



ISSO-Praktijkboek Energieprestatie gebouwen

ISBN: 978-90-5044-390-6

Uitgever: ISSO

Taal: nl

Publicatiedatum: 01/02/24

Herkomst print: 29/02/24

Dit praktijkboek vormt een gids voor jou als energieprestatieadviseur, kortweg EP-adviseur. Als EP-W of EP-U adviseur ga je opnames in gebouwen uitvoeren volgens de opnameprotocollen in ISSO-publicaties 75.1 en 82.1. Je speelt als EP-adviseur een cruciale rol in de hedendaagse energietransitie, en dit boek is speciaal ontworpen om jou als (startende) adviseur te ondersteunen bij het herkennen van bouw- en installatiedelen. Of je nu werkzaam bent als EP-adviseur in de woningbouw (EP-W) of in de utiliteitsbouw (EP-U), dit praktijkboek biedt inzichten die relevant zijn voor beide advieswerkzaamheden. Het boek volgt nauwgezet ISSO-publicaties 75.1 en 82.1 om zo de leesbaarheid en bruikbaarheid voor EP-adviseurs te optimaliseren. Dit praktijkboek behandelt vooral het 'herkennen' van elementen die nodig zijn om op te nemen voor de bepaling van de energieprestatie. Het 'bepalen' staat beschreven in de publicaties 75.1 (6e druk), 82.1 (6e druk), BRL9500-W, BRL9500-U en de NTA8800. Het praktijkboek is niet alleen gericht als naslagwerk voor jou als professional. Het praktijkboek dient ook als waardevolle bron voor opleiders en als zelfstudie voor beginnende adviseurs. Het doel is om een sterke basis te bieden voor de EP-adviseurs van de toekomst en zo bij te dragen aan een duurzamere toekomst in de bouwsector. Het gebruik van het praktijkboek dient als een aanvulling op de ISSO-publicaties 75.1, 82.1 en de BRL 9500 en gaat over het herkennen van bouw- en installatiedelen. Deze laatste publicaties vormen de normstellende basis voor jouw werkzaamheden als EP-adviseur.

ISSO-PRAKTIJKBOEK ENERGIEPRESTATIE GEBOUWEN

INHOUDSOPGAVE

Samenvatting	9
Afkortingen	11
Symbolenlijst	13
Begrippenlijst	15
Leeswijzer	21
1 Inleiding	23
2 Energieprestatie	25
2.1 Energieprestatieplicht	27
2.2 Energieprestatierapport	28
2.3 Energielabel	28
3 Indicatoren	29
3.1 EP-indicatoren	29
3.2 TOjuli-indicator	29
4 Standaard omstandigheden	31
5 Werkzaamheden EP-adviseur	33
5.1 Vaststellen basis- of detailopname	33
5.2 Verzamelen gegevens	33
5.2.1 Informatiebronnen	34
5.2.2 Kwaliteitsverklaringen	37
5.3 Opname op basis van tekeningen	39
5.4 Opname op locatie	39
5.4.1 Opnameformulier	40
5.4.2 Instrumentarium	41
5.5 Registreren in EP-online	42
5.6 Herlabelen na verbetering	42
5.7 Bijhouden projectdossier	42
6 Gebouwbegrenzing en indeling	43
6.1 Bepalen energieprestatieplichtige deel	43
6.2 Benoemen gebruiksfuncties	43
6.3 Bepalen thermische zone	46
6.3.1 Ruimten in de thermische zone	46
6.3.2 Ruimten buiten de thermische zone	46
6.3.3 Overige ruimten	46
6.3.4 Aangrenzende ruimten	47
6.4 Indelen in klimatiseringszones	47
6.5 Indelen in rekenzones	48
7 Algemene gegevens	51
7.1 Bepalen algemene gegevens gebouw	51
7.1.1 Gebouwtype en woningpositie	51
7.1.2 Daktype	54
7.1.3 Bouwjaar	55
7.1.4 Renovatiejaar	55
7.1.5 Infiltratie	55
7.1.6 Gebouwhoogte	57
7.2 Bepalen algemene rekenzonegegevens	59
7.2.1 Gebruiksoppervlakte	59
7.2.2 Aantal bouwlagen	61
7.2.3 Specifieke interne warmtecapaciteit	61
7.2.4 Leidingdoorvoeren	63

8 Bepalen kenmerken thermische schil per rekenzone	65
8.1 Bepaling thermische schil	65
8.2 Oppervlakte constructies	65
8.2.1 Gesloten gevels	65
8.2.2 Kozijnwerken	68
8.2.3 Daken	71
8.2.4 Vloeren	72
8.3 Perimeter	72
8.4 Begrenzing	74
8.5 Oriëntatie	75
8.6 Hellingshoek	76
8.7 Thermische eigenschappen	76
8.7.1 Rc- /U-waarde	76
8.8 Zonwering	86
8.9 Oversteken en belemmering	87
9 Ruimteverwarming	89
9.1 Inleiding	89
9.1.1 Leeswijzer	89
9.1.2 Werkwijze	89
9.1.3 Te gebruiken informatiebronnen	89
9.1.4 Dossiervorming	90
9.2 Verwarmingssysteem	91
9.3 Opwekking	93
9.3.1 Opwektoestellen	96
9.3.2 Meerdere opwekkers	112
9.3.3 Fabricagejaar	113
9.3.4 Ontwerptemperatuurklasse	114
9.3.5 Opstelplaats opwektoestel	114
9.3.6 Additioneel geplaatst toestel	114
9.4 Distributie	114
9.4.1 Distributiemedium	114
9.4.2 Distributiesysteem	114
9.4.3 Waterzijdig inregelen	115
9.4.4 Pompen	116
9.4.5 Distributieleidingen	117
9.4.6 Warmtemeters	121
9.5 Afgifte	122
9.5.1 Type afgiftesysteem	122
9.5.2 Meerdere afgiftesystemen	126
9.5.3 Regeling afgiftesysteem	126
10 Ruimtekoeling	131
10.1 Inleiding	131
10.1.1 Leeswijzer	131
10.1.2 Werkwijze	131
10.1.3 Te gebruiken informatiebronnen	131
10.1.4 Dossiervorming	132
10.2 Koelsysteem	133
10.3 Opwekking	134
10.3.1 Opwektoestellen	136
10.3.2 Prioritering van de koude-opwekkers	144
10.3.3 Bepaling vermogen van de koude-opwekker	144
10.3.4 Bepaling energie-efficiëntie-index (EEI) van de koudeopwekker	144
10.3.5 Systeemtemperatuur	144
10.4 Distributie	144
10.4.1 Distributiemedium en distributiesysteem	144

10.4.2 Distributiepompen	145
10.4.3 Waterzijdig inregelen	145
10.4.4 Distributieleidingen	146
10.4.5 Koudemeters (of warmtemeters)	146
10.5 Afgifte	146
10.5.1 Type afgiftesystemen	146
10.5.2 Meerdere afgiftesystemen	148
10.5.3 Regeling afgiftesysteem	148
11 Ventilatie	149
11.1 Inleiding	149
11.1.1 Leeswijzer	149
11.1.2 Werkwijze	149
11.1.3 Informatiebronnen	149
11.1.4 Dossiervorming	150
11.2 Ventilatiesysteem	150
11.3 Type ventilatiesysteem	150
11.3.1 Sturing, meting en zonerings	150
11.3.2 Natuurlijke toevoer en afvoer (type A)	151
11.3.3 Mechanische toevoer (type B)	154
11.3.4 Mechanische afvoer (type C)	157
11.3.5 Mechanische toevoer en afvoer (balansventilatie, type D)	162
11.3.6 Gecombineerd systeem (type E)	165
11.3.7 Roosters met verwarmingslinten	166
11.4 Ventilatiedebiet	166
11.4.1 Geïnstalleerd ventilatiecapaciteit	166
11.4.2 Recirculatie	166
11.4.3 Debietregeling	167
11.5 Luchtbehandelingskast en WTW	168
11.5.1 Luchtbehandelingskast	168
11.5.2 Warmteterugwinning uit ventilatielucht	169
11.5.3 Constant volumeregeling	173
11.5.4 Bypass op de WTW	173
11.5.5 Verwarming via de luchtbehandeling	174
11.5.6 Koeling en ontvochtiging via de luchtbehandeling	174
11.5.7 Bevochtiging	176
11.6 Distributie	176
11.6.1 Luchtdichtheid van kanalen	177
11.6.2 Warmteverliezen in kanalen	177
11.7 Ventilatoren	177
11.8 Zomernachtventilatie	179
11.8.1 Bepalen luchtstromen	179
11.8.2 Oriëntatie en hellingshoek doorlaten	179
11.8.3 Oppervlakte doorlaten	179
11.8.4 Bediening	181
11.8.5 Overig	181
12 Bevochtiging en ontvochtiging (utiliteitsbouw)	183
12.1 Inleiding	183
12.2 Bevochtiging	183
12.2.1 Type bevochtiging	183
12.2.2 Vochtterugwinning	184
13 Warmtapwater	185
13.1 Inleiding	185
13.1.1 Leeswijzer	185
13.1.2 Werkwijze	185
13.1.3 Te gebruiken informatiebronnen	185

10.1.4 Dossiervorming	186
13.2 Warmtapwatersysteem	186
13.2.1 Opbouw tapwatersysteem	186
13.2.2 Tapwater en klimatiseringszones	187
13.3 Opwekking	189
13.3.1 Collectieve tapwatersystemen	190
13.3.2 Voorraadvaten	190
13.3.3 Type opwekkers	190
13.3.4 Opwektoestellen	191
13.3.5 Samengestelde opwekinstallaties	194
13.3.6 Warmtelevering via een afleverset	195
13.4 Distributie	196
13.4.1 Type distributiesysteem	196
13.4.2 Warmteverliezen van distributieleidingen	197
13.4.3 Leidinglengtes	197
13.4.4 Leidingisolatie	197
13.4.5 Isolatie van kleppen, beugels en appendages	197
13.4.6 Circulatiepompen	197
13.5 Afgiftesysteem	198
13.6 Warmteterugwinning uit douchewater	198
14 Verlichtingsinstallaties (utiliteitsbouw)	201
14.1 Inleiding	201
14.1.1 Leeswijzer	201
14.1.2 Werkwijze	201
14.1.3 Informatiebronnen	202
14.1.4 Dossiervorming	202
14.2 Gebouwgebonden verlichting	202
14.3 Verlichtingszones	203
14.3.1 Regelingen en sensoren	203
14.3.2 Afhankelijkheid van aanwezigheid	203
14.3.3 Daglichtafhankelijkheid	206
14.3.4 Vaststellen verlichtingszones	206
14.4 Geïnstalleerd vermogen in de verlichtingszone	206
14.4.1 Geïnstalleerd vermogen van de algemene verlichting	206
14.4.2 Verbruik van noodverlichting, sensoren en regelapparatuur	209
15 Gebouwgebonden energieproductie	213
15.1 Inleiding	213
15.1.1 Leeswijzer	213
15.1.2 Werkwijze	213
15.1.3 Informatiebronnen	213
15.1.4 Dossiervorming	214
15.2 Type energiesystemen	214
15.3 Productie van warm water: opslag en koppeling	220
15.3.1 Complete systemen met een kwaliteitsverklaring	220
15.3.2 Naverwarming	220
15.3.3 Opslag en gebruik van zonnewarmte	221
15.4 Collectoren en panelen	221
15.4.1 Hellingshoek	221
15.4.2 Oriëntatie	221
15.4.3 Bouwintegratie (PV en PVT)	221
15.4.4 Piekvermogen van PV-panelen (PV en PVT)	222
15.4.5 Type en eigenschappen zonnecollectoren (zonneboilers en PVT)	222
15.4.6 Paneel- of collectoroppervlakte	223
15.4.7 Beschaduwing	223
16 Beschaduwing	225

16.1 Ramen, PV-panelen en zonnecollectoren	225
16.2 Zichtveld	225
16.3 Bepalen van (zij)belemmeringen en overstekken	226
17 Representativiteit (woonfuncties)	229
17.1 Afwijkingen van bouwkundige aard	229
17.2 Afwijkingen in oriëntatie	229
17.3 Afwijkingen van installatietechnische aard	230
17.4 Onderbouwing representativiteit	230
17.5 Dossier representativiteit	231
Literatuurlijst	233
Overzicht	233
Colofon	235

SAMENVATTING

Dit praktijkboek vormt een gids voor jou als energieprestatieadviseur, kortweg EP-adviseur. Als EP-W of EP-U adviseur ga je opnames in gebouwen uitvoeren volgens de opnameprotocollen in ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2]. Je speelt als EP-adviseur een cruciale rol in de hedendaagse energietransitie, en dit boek is speciaal ontworpen om jou als (startende) adviseur te ondersteunen bij het herkennen van bouw- en installatiedelen.

Of je nu werkzaam bent als EP-adviseur in de woningbouw (EP-W) of in de utiliteitsbouw (EP-U), dit praktijkboek biedt inzichten die relevant zijn voor beide advieswerkzaamheden. Het boek volgt nauwgezet ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2] om zo de leesbaarheid en bruikbaarheid voor EP-adviseurs te optimaliseren.

Dit praktijkboek behandelt vooral het 'herkennen' van elementen die nodig zijn om op te nemen voor de bepaling van de energieprestatie. Het 'bepalen' staat beschreven in de publicaties 75.1 [1], 82.1 [2], BRL9500-W [3], BRL9500-U [4] en de NTA8800 [5].

Een kernprincipe van dit praktijkboek is om gebruik te maken van heldere taal voor zowel de beginnende als ervaren EP-adviseurs. Hierdoor kun je complexe technische concepten begrijpen zodat je op een goede manier een gebouw op kan nemen. Het boek behandelt de materie niet alleen op basisniveau (basisopname) maar gaat in op detailniveau (detailopname), zonder onderscheid te maken tussen beide niveaus.

Het praktijkboek is niet alleen gericht als naslagwerk voor jou als professional. Het praktijkboek dient ook als waardevolle bron voor opleiders en als zelfstudie voor beginnende adviseurs. Het doel is om een sterke basis te bieden voor de EP-adviseurs van de toekomst en zo bij te dragen aan een duurzamere toekomst in de bouwsector.

Het gebruik van het praktijkboek dient als **een facultatieve aanvulling** op de ISSO-publicaties 75.1 [1], 82.1 [2] en de BRL 9500 [3], [4] en gaat over het herkennen van bouw- en installatiedelen. Deze laatste publicaties vormen **de normstellende basis** voor jouw werkzaamheden als EP-adviseur.

AFKORTINGEN

Afkorting	Omschrijving
AHU	Air Handling Unit (= LBK)
AOR	Aangrenzend onverwarmde ruimte
AOS	Aangrenzend onverwarmde serre
AVR	Aangrenzend verwarmde ruimte
BAG	Basisregistratie Adressen en Gebouwen
Bbl	Besluit Bouwwerken Leefomgeving
BENG	Bijna Energieneutraal Gebouw
BRL	Beoordelingsrichtlijn
BVO	Bruto vloeroppervlakte
BWP	Boosterwarmtepomp
DoP	Declaration of Performance
DWTW	Douche warmteterugwinning
EEl	Energie Efficiëntie Index
EP1	EP-indicator 1: Energiebehoefte
EP2	EP-indicator 1: Primair fossiel energiegebruik
EP3	EP-indicator 3: Aandeel hernieuwbare energie
EPBD	Energy Performance of Buildings Directive
GKW	Gekoeld water
GO	Gebruiksoppervlakte
GTO	Gewogen Temperatuur Overschrijdingen
HSB	Houtskeletbouw
Hsk	Hoofdslaapkamer
LBK	Luchtbehandelingskast
LUKA	Luchtkanalen (vereniging fabrikanten)
NOM	Nul op de meter woning
NVO	Netto vloeroppervlakte
PCM	Phase Change Materials
PV	Photo Voltaic, fotovoltaïsche zonnepanelen
PVT	Photo Voltaic Termical, gecombineerde thermische en fotovoltaïsche zonnepanelen
SFB	Staalframebouw
TOB	Temperatuuroverschrijdingsberekening
TR	Technische Ruimte
VAV	Variabel Air Volume
Wk	Woonkamer
WKK	Warmtekrachtkoppeling
WKO	Warmte- en koudeopslag

Afkorting	Omschrijving
WTW	Warmteterugwinning

SYMBOLENLIJST

Symbol	Omschrijving	Eenheid
A_b	Bruto oppervlakte van de doorlaat bij ventilatieve koeling	[m ²]
A_e	Oppervlakte van het lichtdoorlatende deel	[m ²]
A_g	Gebruiksoppervlakte	[m ²]
A_n	Netto doorlaat bij ventilatieve koeling	[m ²]
A_{rc}	Oppervlakte daklicht met opstand Arc	[m ²]
$A_{t,flat}$	Oppervlakte horizontale projectie vrije opening van het lichtdoorlatende deel	[m ²]
A_t	Oppervlakte van het randprofiel	[m ²]
A_{up}	Oppervlakte van de opstand	[m ²]
A_w	Netto raamopening	[m ²]
b_b	Relatieve breedte van belemmering	[-]
d	Diameter of dikte	[m]
$d_{isolatie}$	Isolatie dikte	[m]
d_v	Inwendige diameter van het voorraadvat	[m]
f	Verhouding open/gesloten van de lamellen, perforatieplaat of gaas, bij ventilatieve koeling	[-]
f_{dak}	Dakfactor	[-]
$F_{sh,obst;juli}$	Beschaduwingsfactor	[-]
f	reductiefactor voor de doorlaat in verband met belemmering door lamellen, perforatieplaat of gaas, volgens productspecificatie	[%]
g	Zontoetredingsfactor	[-]
h	Hoogte	[m]
h_b	Relatieve hoogte van belemmering	[-]
h_o	Relatieve hoogte van overstek	[-]
h_v	Inwendige hoogte van het voorraadvat	[m]
I	Stroomsterkte	[A]
J	Jaarklasse	[-]
J_i	Vermenigvuldigingsfactor afhankelijk van openingshoek Ψ van doorlaat i bij ventilatieve koeling	[-]
η_{loop}	warmteoverdrachtscoëfficiënt van de warmtewisselaar	[-]
$\Delta\theta_{ctr}$	Temperatuurcorrectie voor het type regelsysteem	[-]
$q_{v,10}$	Lucht doorlatendheid bij drukverschil van 10 Pa (= luchtvolumestroom q_v via kieren en naden gebouwomhulling)	[dm ³ /s/m ²]
P_{as}	Asvermogen	[W]
P_n	Nominaal vermogen	[W]
P_{el}	Elektrisch vermogen	[W]
U	Spanning	[V]

Symbol	Omschrijving	Eenheid
Δp	Drukverschil	[Pa]
R_c	Warmteweerstand constructie	[m ² .K/W]
R_{ad}	Thermische weerstand overige constructie	[m ² .K/W]
R_{bw}	Warmteweerstand fundering	[m ² .K/W]
R_{bf}	Warmteweerstand bodem	[m ² .K/W]
$\Delta\theta_{ctr}$	Temperatuurcorrectie voor het type regelsysteem	[-]
T	Temperatuur	°C
TO_{juli}	TemperatuurOverschrijdingsindicator	[-]
U	Warmtedoorgangscoefficiënt	[W/m ² .K]
U_{fr}	U-waarde kozijnen (forfaitair)	[W/m ² .K]
U_k	U-waarde deuren	[W/m ² .K]
V	Volume	[m ³]
ψ	Openingshoek	[-]
λ	Warmtegeleidingscoëfficiënt	[W/m.K]

BEGRIPPENLIJST

Aangrenzende onverwarmde ruimte (AOR):

Aangrenzende ruimte die niet wordt verwarmd of gekoeld voor mensen om in te verblijven en niet tot de thermische zone wordt gerekend. Denk hierbij aan een buitenbergruimte of een industriefunctie die wordt verwarmd voor een bedrijfsproces in het gebouw, zoals een tuinbouwkas. In een AOR kan de binnentemperatuur lager worden dan 15 °C.

Aangrenzende onverwarmde serre (AOS):

Aangrenzende ruimte die niet wordt verwarmd of gekoeld voor het verblijven van mensen, met significante zoninstraling. Van significante zoninstraling is sprake als de som van de geveloppervlakten van de aangebouwde ruimte uit meer dan 50% glas of transparante materialen bestaat als ook de som van de dakoppervlakken van de aangebouwde ruimte uit meer dan 50% glas of transparante materialen bestaat. De 50%-regel geldt zowel afzonderlijk voor de gevel als het dak. Dit betreft vooral serres, buiten de thermische zone gelegen atria en balkon- en galerijafsluitingen.

Aangrenzende ruimte:

Buiten de begrenzing voor de energieprestatieberekening gelegen besloten ruimte, die grenst aan (een deel van) het beschouwde gebouw waarvoor de energieprestatieberekening wordt uitgevoerd.

Aangrenzende verwarmde ruimte (AVR):

Aangrenzende ruimte die wordt verwarmd of gekoeld voor het verblijven van mensen of een aangrenzende ruimte die niet wordt verwarmd of gekoeld voor het verblijven van personen maar jaarrond wel sprake is van een binnentemperatuur van minstens 15 °C. Voorbeelden zijn een industriefunctie die wordt verwarmd voor het verblijven van mensen, of een industriefunctie waarbij de binnentemperatuur door het productieproces continu op minimaal 15 °C blijft.

Appartement:

Een in een woongebouw (appartementencomplex) gelegen woning.

Belemmering:

Alle obstakels gezien vanaf de grond worden als belemmeringen aangeduid, om het effect van beschaduwing te kunnen bepalen. Zij belemmeren de zonnestraling bij een zonnestand onder een bepaalde hoogte. Het betreft alleen belemmering van het eigen gebouw en/of perceel.

Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl):

Met de invoering van de Omgevingswet, vervalt het Bouwbesluit 2012 en worden de technische bouwvoorschriften opgenomen in het Besluit bouwwerken leefomgeving, kortweg het Bbl [11].

Bivalent systeem:

Bij bivalente opwekkers leveren meerdere typen opwekkers alle warmte en koude die nodig zijn om de rekenzone te verwarmen en/of te koelen. Een eerste type opwekker levert een deel van het benodigde verwarmings- of koelvermogen. Een of meerdere hulpopwekkers leveren dan de rest van het benodigde vermogen.

Warmtepompen en micro-WKK kunnen zijn uitgevoerd als bivalente systemen. Let op: er komen ook monovalente warmtepompen voor.

Bouwjaar:

Jaartal waarin de aanvraag voor de vergunning is ingediend, zoals vermeld staat op de bouwvergunning van het desbetreffende gebouw(deel) of, als de bouwvergunning niet (meer) beschikbaar is, het jaartal dat als bouwjaar staat geregistreerd bij het kadaster of zoals dat wordt gehanteerd bij de WOZ-bepaling.

Bouwlaag:

Deel van een gebouw, dat bestaat uit een of meer ruimten, waarbij de bovenkanten van de afgewerkte vloeren van twee aan elkaar grenzende ruimten niet meer dan 1,5 meter in hoogte verschillen.

Collectieve (gebouw)installatie:

Gebouwgebonden installatie die warmte, koude, ventilatielucht, warmtapwater en/of elektriciteit binnen het eigen perceel levert aan twee of meer energieprestatieplichtige delen van een gebouw of meerdere gebouwen. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om een voorziening die wordt gebruikt door meerdere woningen in een woongebouw, of in een combinatiegebouw met zowel woningbouw- als utiliteitsbouwfuncties, waarbij die voorziening gebruikt wordt in zowel het woning- als utiliteitsbouwgedeelte, of in een utiliteitsgebouw waarbij de gemeenschappelijke installatie energie levert aan meerdere gebouwdelen of gebruikseenheden waarvoor een afzonderlijk energielabel wordt opgesteld. Indien de installatie warmte, koude, ventilatielucht, warmtapwater en/of elektriciteit levert aan gebouwen buiten het eigen perceel, is er sprake van externe warmte-, koude- of warmtapwaterlevering. Als de EP-adviseur toegang heeft tot de technische installatie, dan moet je onder de volgende voorwaarden een installatie toch als 'collectief' beschouwen: De percelen waaraan de gebouwgebonden installaties leveren zijn aangrenzend en de installatie bevindt zich op één van de percelen (openbaar gebied zoals grond of water mag je buiten beschouwing laten) en; De kortst gemeten afstand tussen de energieprestatieplichtige gebouwen of delen van gebouwen en het gebouw waarin de installatie staat is maximaal 50 meter en; Het betreft een bestaande situatie opgeleverd voor 1 januari 2021 waarbij de installaties leveren aan gebouwen gelegen op ten hoogste drie percelen.

Combitoestel (installatie):

Toestel of samenstel van toestellen waarin de functies voor verwarming en warmtapwaterbereiding zijn gecombineerd.

Daktype:

Bij eengezinswoningen wordt bij de bepaling van de uitvoeringsvariant onderscheid gemaakt in het daktype. We onderscheiden drie soorten daktypen: 1. Hellend dak of pultdak, 2. Gedeeltelijk plat dak (minimaal 50% plat dak, geldt alleen voor vrijstaande woningen), 3. Plat dak. Voor de bepaling van het daktype moet gekeken worden naar het daktype van het hoofdgebouw. Dakkappen, uitbouwen en dergelijke worden daarbij buiten beschouwing gelaten.

Dauwpuntkoeling:

Indirecte koeling van mechanisch toegevoerde ventilatielucht via een warmtewisselaar met een procesluchtstroom. Die procesluchtstroom bestaat uit een deel van deze gekoelde ventilatielucht, waarvan de waterverdamping in de warmtewisselaar zorgt voor temperatuurverlaging.

Declaration of Performance (DoP):

De Declaration of Performance is een prestatieverklaring voor bouwproducten en moet worden meegeleverd bij een product dat van een CE markering is voorzien. De DoP wordt opgesteld door de fabrikant en geeft informatie over de belangrijkste prestaties van het product en het beoogde gebruik ervan. De DoP-verklaring dient in elk geval een verwijzing te hebben naar de betreffende geharmoniseerde norm.

Eigen perceel:

Een perceel is een stuk grond waarvoor één rechtsorde geldt; dat wil zeggen dezelfde eigenaar en hetzelfde eigendomsrecht. De percelen worden geregistreerd bij het Kadaster. Een perceel heeft een uniek kenmerk, bestaande uit kadastrale gemeente, sectie en een perceelnummer. Dit kenmerk heet 'kadastrale aanduiding'. Het eigen perceel betreft het perceel, met eigen kadastrale aanduiding, waarop het gebouw zich bevindt. Woningen met een gelijk pandID liggen op hetzelfde perceel.

Externe koudelevering:

Levering van koude van buiten het eigen perceel. Zie voor nadere toelichting bij 'Externe warmtelevering'.

Externe warmtelevering:

Levering van niet gebouwgebonden warmte van buiten het eigen perceel, bijvoorbeeld voortkomend uit (een combinatie van):

1. Een productieproces, 2. Afvalverbranding, 3. Een collectief warmtepompsysteem, 4. Collectieve levering van zonnewarmte. De levering van deze externe energie is niet beperkt tot gebouwen op het eigen perceel. De toelevering van de energie is meestal grootschalig en bedoeld voor een groter aantal afnemers aangesloten op een energienet (bijvoorbeeld stadsverwarming). Zie ook opmerking 2 bij het begrip collectieve (gebouw)installatie.

Opmerking: In het kader van de energieprestatie worden systemen met een elektrisch vermogen van 10 MW of meer in het algemeen gerekend tot de categorie externe warmtelevering.

Gebouwinstallatie:

Installatie die voldoet aan de volgende criteria:

1. De installatie is vast verbonden met het gebouw, 2. De installatie is overwegend gericht op het scheppen van de juiste condities voor het verblijven of werken in het gebouw, 3. De gebouwinstallatie is niet gericht op het productieproces van het bedrijf. Een gebouwinstallatie kan een of meer installatiefuncties vervullen (ruimteverwarming, ruimtekoeling, ventilatie, warmtapwaterbereiding, bevochtiging of ontvochtiging, verlichting, elektriciteitsopwekking) en een gebouwinstallatie kan bestaan uit meerdere gebouwinstallatie-onderdelen.

Gebouwtype:

We onderscheiden twee soorten gebouwtypen:

1. Eengezinswoningen: een gebouw met daarin de woonfunctie bestemd voor slechts één huishouden waarbij de toegang aan het aansluitende terrein ligt (en dus niet via een gemeenschappelijke verkeersroute moet worden bereikt); 2. Woongebouw: gebouw of gedeelte daarvan met meer dan één woonfunctie (en nevenfuncties van de woonfuncties), waarin meer dan één woonfunctie ligt die is aangewezen op een gemeenschappelijke verkeersroute.

Gebruiksfunctie:

Gedeelten van een gebouw die dezelfde gebruiksbestemming hebben (kantoorfunctie, bijeenkomstfunctie, winkelfunctie, woonfunctie, etc.).

Gebruiksoppervlakte (GO):

Oppervlakte van een ruimte of van een groep van ruimten, gemeten op vloerniveau tussen de opgaande scheidingsconstructies, die de desbetreffende ruimte of groep van ruimten omhullen, zoals uitgewerkt in paragraaf 4.5 van NEN 2580:2007 [6].

Geklimatiseerde ruimte:

Een ruimte met een systeem dat comfortcondities in die ruimte beheerst binnen vastgestelde grenzen. De ruimte is meestal bedoeld voor het verblijven van mensen.

Gemeenschappelijke ruimte:

Ruimte van een gebouw die ten dienste staat van twee of meer gebruiksfuncties.

Grote installatie:

Collectieve of individuele installatie die warmte, koude, ventilatielucht en/of warmtapwater levert aan een totale gebruiksoppervlakte van meer dan 500 m². Alleen de energieprestatieplichtige gebouwdelen worden meegenomen bij het bepalen van de totale gebruiksoppervlakte waaraan de installatie levert.

Opmerking: Technische ruimten met installaties en systemen die een $A_g > 500 \text{ m}^2$ bedienen, liggen per definitie buiten de thermische zone. Deze technische ruimten worden beschouwd als AOR, AVR of sterk geventileerde ruimte.

Hoofdgebouw:

Het hoofdgebouw is het oorspronkelijke bouwdeel (zonder aanbouwen) voor zover deze ook het grootste deel van het te beoordelen gebouw betreft. Is een later aangebouwd deel groter dan kan het zijn dat het oorspronkelijke bouwdeel niet meer het hoofdgebouw is.

Hoofdgebruiksfunctie:

Hoofdcategorie van een gebouw, bijvoorbeeld een woongebouw, waarin naast woningen ook werkunits aanwezig zijn. De gebruiksfunctie met de grootste energieprestatieplichtige gebruiksoppervlakte in het gebouw.

Hulpenergie:

Elektrische energie – gebruikt door gebouwinstallaties voor verwarming, koeling, ventilatie, bevochtiging, warmtapwaterbereiding en elektriciteitsopwekking – ter ondersteuning van energietransformatie die nodig is om de energiebehoefte te dekken. Dit omvat energie voor hulpventilatoren, pompen, elektronica, etc.

Hulpfunctie:

Een tijdelijke functie van een ruimte, gebruikt om de ruimte aan een of meerdere andere gebruiksfuncties toe te kennen.

Individuele installatie:

Installatie die slechts aan één woning en één of meer niet-energieprestatieplichtig(e) gebouwde(e)l(en) warmte, koude, ventilatielucht en/of warmtapwater levert. Voorbeelden hiervan zijn een individueel toestel, individuele installatie, individuele verwarming, individuele afleverset, individuele DWTW-unit en individuele warmtekostenverdeling toegepast in één woning, woonfunctie of gebruiksfunctie.

Isolatiemateriaal:

Alle materialen met een warmtegeleidingscoëfficiënt die gelijk aan of kleiner is dan 0,1 W/m·K.

Kleine installatie:

Collectieve of individuele installatie die warmte, koude, ventilatielucht en/of warmtapwater levert aan een totale gebruiksoppervlakte van minder dan 500 m². Het betreft de gebruiksoppervlakte die door de installatie wordt bediend, en niet de totale gebouwoppervlakte. Als er meerdere installaties in een gebouw zitten kunnen dit toch 'kleine installaties' zijn. Een voorbeeld is een portiek met zes woningen van ieder 70 m² waarin één CV-ketel deze zes woningen voorziet van warmte. Een voorbeeld van een situatie die, ondanks de grootte van het totale gebouw, toch valt onder 'kleine installatie': een woongebouw van in totaal 600 m² met daarin kleine woningen van ieder 35 m², waarbij per vier woningen één CV-ketel is geïnstalleerd die deze vier woningen voorziet van warmte. Deze situatie wordt niet beoordeeld als een grote installatie, maar het betreft wel een collectieve installatie. Immers, de CV-ketels bedienen ieder een gedeelte van het gebouw met een gebruiksoppervlakte van minder dan 500 m² (namelijk $4 \times 35 \text{ m}^2 = 140 \text{ m}^2$).

Klimatiseringssysteem:

Een systeem dat comfortcondities in een ruimte beheerst binnen vastgestelde grenzen. Klimatiseringssystemen omvatten centrale luchtbehandeling en andere afgiftetoestellen voor verwarming, koeling, bevochtiging, ontvochtiging en filtering die ten behoeve van geklimatiseerde ruimten zijn opgesteld.

Klimatiseringszone:

Delen van een gebouw met dezelfde klimatiseringssystemen of combinatie van klimatiseringssystemen.

Lichtwering:

Systeem dat is bedoeld om te verduisteren (bijv. bij vergaderzalen om presentaties te geven met een beamer). Deze voorziening is niet primair bedoeld als zonwering.

Luchtbehandelingskast:

Onderdeel van de klimaatinstallatie waarin de ventilatielucht een behandeling ondergaat. Luchtbehandeling kan bestaan uit verwarmen, koelen, bevochtigen en zuiveren van de lucht. De luchtbehandelingskast (LBK of AHU) omvat binnen deze definitie ook naverwarmers en/of nakoelers in de kanalen die tegelijkertijd meer dan één ruimte bedienen. Het centrale karakter wordt benadrukt door de voorwaarde dat het systeem meer dan één ruimte bedient. Bedient het systeem één ruimte, dan is het een lokaal apparaat dat geheel op de behoefte kan zijn afgestemd (bijvoorbeeld een LBK voor een sporthal of andere grote ruimte). Er is alleen sprake van een luchtbehandelingskast als het debiet van de luchtbehandelingskast groter is dan 1000 m³/h.

Mechanische ventilatie:

Toevoer van verse lucht en/of afvoer van verontreinigde lucht door een mechanisch aangedreven kracht (ventilator).

Monovalent systeem:

Monovalente opwekkers leveren alle warmte of koude, benodigd voor de verwarming en/of koeling, via één type opwekker.

Nominaal vermogen:

Het nominaal vermogen (P_n) is het door de fabrikant aangegeven maximale verwarmingsvermogen bij continu gebruik waarbij een maximaal rendement wordt behaald, ofwel, de output.

Overstek:

Alle obstakels – van boven gezien – worden voor de bepaling van het effect van beschaduwing als overstekken aangeduid. Zij zorgen voor beschaduwing bij een zonnestand boven een bepaalde hoogte. Voorbeelden zijn een luifel boven een raam en/of uitstekende dakrand boven een raam. Het betreft alleen overstekken van het eigen gebouw en/of perceel.

Rechtens verkregen niveau:

Het rechtens verkregen niveau in het kader van de energieprestatie is de kwaliteit van (eisen aan) het bouwwerk zoals vastgelegd in de oorspronkelijke bouwvergunning.

Recirculatie (van lucht):

Niet-verse retourlucht uit de rekenzone die opnieuw in de rekenzone wordt ingebracht.

Rekenzone:

Gebouw of gedeelte van een gebouw dat voor de berekening van het energiegebruik voor verwarming, koeling, bevochtiging en ventilatie als één geheel moet worden beschouwd.

Sterk geventileerde (aangrenzende) ruimte:

Ruimte die met buitenlucht wordt geventileerd via niet-afsluitbare ventilatieopeningen, waarbij de ventilatiecapaciteit van die ruimte minstens 3 dm³/s per m² gebruiksoppervlakte is of de niet-afsluitbare openingen een gesommeerde oppervlakte hebben van 0,2 m² of meer in directe verbinding met buitenlucht. Stallingsruimten voor motorvoertuigen zijn per definitie sterk geventileerd.

Thermische brug:

Gedeelte van de uitwendige scheidingsconstructie waar het normale eendimensionale karakter van de warmtestroom significant verandert door:

1. Gehele of gedeeltelijke doorbreking van de bouwschil door materialen met een verschillende warmtegeleidingscoëfficiënt en/of; 2. Dikteveranderingen in de bouwschil en/of; 3. Aansluitingen tussen verschillende scheidingsconstructies, zoals wanden, vloeren en plafonds.

Thermische zone:

Gebouw of groep gebouwdelen waarvoor de energieprestatie wordt berekend.

Thermische schil:

Omhuiling van de thermische zone voor zover deze grenst aan buitenlucht, grond, kruipruimte, AOR of sterk geventileerde ruimte.

Utiliteitsbouw:

Alle gebruiksfuncties waarvoor een eis wordt gesteld aan de integrale energieprestatie, behalve woonfuncties en logiesfuncties niet zijnde een logiesgebouw. De gebruiksfuncties waarvoor een eis geldt voor de energieprestatie zijn bijeenkomstfuncties, celfuncties, gezondheidszorgfuncties, kantoorfuncties, logiesfuncties zijnde een logiesgebouw, onderwijsfuncties, sportfuncties en winkelfuncties.

Vakantiewoningen:

Recreatiewoningen op een vakantiepark, camping of op het strand. Gemeenten kunnen om verschillende redenen besluiten dat permanente bewoning niet is toegestaan, bijvoorbeeld omdat de woningen in kwetsbare natuurgebieden staan.

Verwarming:

Proces van warmtetoevoeging ten behoeve van thermische behaaglijkheid.

Vloerverwarming:

Bij vloerverwarming onderscheiden we twee soorten systemen:

1. Natsysteem: de leidingen van de vloerverwarming zijn in de afwerklaag opgenomen; 2. Droogsysteem: de leidingen van de vloerverwarming zijn verzonken in isolatie met daarop een afwerklaag.

Voorverwarmer zonneboilersysteem:

Zonneboilersysteem, zonder enige vorm van bijverwarming om koud tapwater voor te verwarmen voordat het naar een ander warmwatertoestel (indien aanwezig) wordt geleid; ook wel tapwatervoorverwarmer genoemd.

Warmtegeleidingscoëfficiënt van een materiaal (λ):

Warmtestroomdichtheid die in stationaire toestand in een materiaal optreedt, gedeeld door de temperatuurgradiënt waarvan de genoemde warmtestroomdichtheid het gevolg is.

Warmtekrachtkoppeling (WKK):

Opwekkingstoestel voor de gecombineerde opwekking van warmte en elektriciteit, dat gebruikmaakt van (fossiele) brandstof. De warmte is te gebruiken voor zowel ruimteverwarming als warmtapwaterbereiding.

Warmte- en koudeopslag (WKO):

Dit is een methode om energie in de vorm van warme en/of koude op te slaan in de bodem. Deze techniek wordt gebruikt om gebouwen te verwarmen en/of te koelen.

Bij warmte- en koudeopslag onderscheiden we twee soorten systemen:

1. Doubletsysteem: energieopslagsysteem dat gebruik maakt van (series van) twee putten. De filters waarmee het warme en koude water in de bodem worden teruggebracht, bevinden zich op dezelfde diepte binnen één watervoerend pakket; 2. Recirculatiesysteem: een (doublet)systeem dat continue op dezelfde plaats grondwater onttrekt en continue op dezelfde plaats grondwater in de bodem terugbrengt. Deze systemen maken geen gebruik van opgeslagen warmte en koude, maar van de (constante) natuurlijke grondwatertemperatuur.

Woningbouw:

Woonfuncties en logiesfuncties niet zijnde een logiesgebouw. Alle andere gebruiksfuncties waarvoor een eis wordt gesteld aan de integrale energieprestatie, vallen in de categorie utiliteitsbouw.

Woningpositie:

Nadere aanduiding voor het type woning. Binnen het bouwtype 'eengezinswoningen' worden zeven woningposities onderscheiden: tussenwoning, hoekwoning, vrijstaande woning en twee-onder-een-kap woning, vakantiewoning, woonboot en woonwagen. Bij het bouwtype 'woongebouw' geeft de woningpositie de ligging van de woning binnen het appartementengebouw aan.

Woonfunctie:

We onderscheiden twee soorten woonfuncties:

1. Zelfstandige woonfunctie: woonfunctie die beschikt over een eigen toilet- en badruimte en een eigen opstelplaats voor een kooktoestel (= keuken); 2. Niet-zelfstandige woonfunctie: woonfunctie waarbij men een gezamenlijke badruimte, toilet en/of opstelplaats voor een kooktoestel gedeeld wordt. Een woonfunctie waar alleen de badruimte deelt, is dus ook een niet-zelfstandige woonfunctie.

Woongebouw:

Gebouw of gedeelte daarvan met uitsluitend woonfuncties of nevenfuncties daarvan, waarin meer dan één woonfunctie ligt, die is aangewezen op een gemeenschappelijke verkeersroute.

Zonne(stroom)paneel (PV-paneel):

Component waarmee onder invloed van (zon)licht elektriciteit wordt opgewekt.

Zonneboilersysteem:

Thermisch zonne-energiesysteem met uitsluitend een warmtapwaterfunctie.

Zonneboilersysteem met geïntegreerde naverwarming:

Thermisch zonne-energiesysteem dat is voorzien van een opslagvat. Dat vat wordt op temperatuur gehouden om volledig aan de warmtebehoefte voor ruimteverwarming en/of warmtapwater te voldoen.

LEESWIJZER

Deze leeswijzer is bedoeld om je te begeleiden bij het gebruik van dit praktijkboek over energieprestatie. Hieronder geven we een overzicht van de inhoud van het boek, met specifieke aandachtspunten voor elk hoofdstuk.

- **Inleiding (Hoofdstuk 1)**
 - Geeft een overzicht van het doel en de context van het boek.
- **Energieprestatie (Hoofdstuk 2)**
 - Beschrijft de beginselen van energieprestatie zoals opnameprotocollen.
- **Indicatoren (Hoofdstuk 3)**
 - Informatie over dit onderwerp kun je terugvinden in de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2].
- **Standaard omstandigheden (Hoofdstuk 4)**
 - Informatie over dit onderwerp kun je terugvinden in de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2].
- **Werkzaamheden EP-adviseur (Hoofdstuk 5)**
 - Beschrijft de taken van de EP-adviseur, inclusief het verzamelen van gegevens.
- **Gebouwbegrenzing en indeling (Hoofdstuk 6)**
 - Legt begrenzing en indeling uit met betrekking tot gebouwgrenzen, thermische zones, klimatiseringszones, en rekenzones.
- **Algemene gegevens (Hoofdstuk 7)**
 - Verstrekt informatie over gebouw- en rekenzonegegevens, inclusief specifieke details zoals bouwjaar, infiltratie, en gebouwhoogte.
- **Bepalen kenmerken thermische schil per rekenzone (Hoofdstuk 8)**
 - Uitleg over het herkennen van verschillende kenmerken van de thermische schil, waaronder oppervlakteconstructies, gevels, daken, en vloeren.
- **Ruimteverwarming (Hoofdstuk 9)**
 - Behandelt herkenbaarheid van ruimteverwarming, waaronder verwarmingssystemen, opwekkers, distributie, en afgiftesystemen.
- **Ruimtekoeling (Hoofdstuk 10)**
 - Beschrijft verschillende aspecten van ruimtekoeling, inclusief koelsystemen, distributie, en afgiftesystemen.
- **Ventilatie (Hoofdstuk 11)**
 - Geeft inzicht in ventilatiesystemen, ventilatiedebiet, luchtbehandelingskasten, en zomernachtventilatie.
- **Bevochtiging en ontvochtiging (Hoofdstuk 12)**
 - Behandelt bevochtiging, ontvochtiging, en relevante systemen. Het hoofdstuk is van toepassing op utiliteitsbouw.
- **Tapwater (Hoofdstuk 13)**
 - Beschrijft installaties voor warmtapwater, opwekking, distributie, en afgiftesystemen.
- **Verlichting (Hoofdstuk 14)**
 - Behandelt gebouwgebonden verlichting, verlichtingszones, en geïnstalleerd vermogen. Het hoofdstuk is van toepassing op utiliteitsbouw.
- **Gebouwgebonden energieproductie (Hoofdstuk 15)**
 - Beschrijft energieproductiesystemen, productie van warm water, collectoren, en panelen.
- **Beschaduwing (Hoofdstuk 16)**
 - Legt uit hoe om te gaan met beschaduwing bij ramen, PV-panelen, en zonnecollectoren.
- **Representativiteit (Hoofdstuk 17)**
 - Beschrijft afwijkingen en criteria voor de representativiteit van gegevens in het kader van woonfuncties.

Verder geven we in dit praktijkboek ook veel toelichtende opmerkingen en tips. Deze tips kun je zien als raadgeving om je werk als EP adviseur te vergemakkelijken. Daarnaast staat op een aantal plaatsen in dit boek ook 'Let op'. Dit zijn belangrijke aandachtspunten.

1 INLEIDING

Als EP-adviseur speel je een cruciale rol in de hedendaagse energietransitie in een steeds veranderende bouw- en installatiewereld. Of je nu werkt als EP-adviseur in de woningbouw (EP-W) of in de utiliteitsbouw (EP-U), dit boek biedt inzichten die relevant zijn voor beide advieswerkzaamheden.

Het voornaamste doel van dit boek is jou als (beginnende) adviseur te helpen bij het herkennen van bouw- en installatiedelen. Het is daarmee een essentiële gids voor de EP-adviseur die opnames in gebouwen uitvoert volgens de opnameprotocollen in ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2].

We hebben daarom ook de indeling en structuur van dit praktijkboek naadloos laten aansluiten op deze normatieve documenten. Het praktijkboek heeft een **facultatief** karakter en kun je lezen als toelichting op de **normstellende eisen en richtlijnen** in de ISSO-publicaties 75.1 [1], 82.1 [2] en de beoordelingsrichtlijnen BRL 9500-W [3] en BRL9500-U [4].

Een van de kernprincipes van dit boek is het gebruik van heldere taal. Hierdoor is de materie toegankelijk voor zowel jou beginnende EP-adviseurs of als ervaren vakgenoten. We leggen ingewikkelde technische concepten op een begrijpelijke en toegankelijke manier uit, zodat je de informatie gemakkelijk kunt begrijpen en toepassen bij de opname in de praktijk. Dit informatie in dit praktijkboek maakt geen onderscheid in basisopname en detailopname.

Dit praktijkboek richt zich niet alleen op jou als (ervaren) professional, maar kan ook dienen als waardevolle bron voor opleiders en zelfstudie. Ons doel is om met dit praktijkboek een sterke basis te leggen voor jou als EP-adviseur van de toekomst en bij te dragen aan een duurzamere toekomst in de bouwsector.

2 ENERGIEPRESTATIE

Door op een eenduidige manier gegevens te verzamelen, kun je de energieprestatie van een gebouw bepalen. Om dit op een goede manier te laten verlopen is in ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2] een opnameprotocol opgenomen. Het opnameprotocol in deze publicaties is gebaseerd op een genormeerde berekening welke is vastgelegd in wet- en regelgeving. Met het opnameprotocol kun je vervolgens energieprestatieberekeningen maken. De uitkomsten van deze berekeningen dienen als benchmark voor vergelijking tussen gebouwen onderling. Daarnaast vormt de berekening ook een toets om te kijken of er voldaan wordt aan wettelijke eisen uit de bouwregelgeving.

Door het volgen van de opnameprotocollen zorg je ervoor dat resultaten te repliceren zijn. Met andere woorden: een andere EP-adviseur komt tot de dezelfde resultaten door dezelfde gegevens op een eenduidige manier te verzamelen.

Je kan drie situaties tegenkomen om een opname uit te voeren:

1. Opname met als doel de energieprestatie te bepalen voor de aanvraag van een omgevingsvergunning.
2. Opname met als doel het bepalen van de energieprestatie bij oplevering van een nieuwbouwproject.
3. Opname met als doel het bepalen van de energieprestatie bij bestaande bouw. Dit is bijvoorbeeld het geval als een energielabel verlopen is. Of er is helemaal geen energielabel aanwezig.

Het uitvoeren van een opname kun je grofweg in twee delen uitvoeren. Allereerst voer je een deskresearch uit op basis van aanwezige gegevens. Je kunt hierbij denken aan gegevens zoals tekeningen, berekeningen, facturen enzovoorts. Vervolgens voer je meestal een onderzoek uit in het gebouw om de werkelijke situatie op te nemen. Logischerwijs is datgene wat je in werkelijkheid aantreft in een gebouw leidend ten opzichte van wat je terugleest in documenten.

Omgevingsvergunning

In de fase waarin de omgevingsvergunning wordt aangevraagd, is er nog geen bouwwerk om op te nemen. Om die reden kun je als EP-adviseur alleen uitgaan van het ontwerp. Vaak is bij de aanvraag van de omgevingsvergunning al wel een gedetailleerd ontwerp beschikbaar.

Oplevering nieuwbouw

Het uitgangspunt van het bepalen van de energieprestatie is het gerealiseerde gebouw. Bij de oplevering van een gebouw zijn ontwerpgegevens reeds aanwezig, die als waardevol hulpmiddel kunnen dienen voor het volgen van het opnameprotocol. Het is bovendien mogelijk dat je een revisiedossier in kan zien met de laatste gegevens. Het komt vaak voor dat een ontwerp tijdens de uitvoering van een bouw- of renovatieproject wijzigt. Hierdoor kun je als EP-adviseur niet alleen uitgaan van de ontwerpgegevens. De situatie ter plaatse geeft dan een beter beeld van de werkelijkheid. Wees daarom alert op afwijkingen. Je bereidt je alvast goed voor door eerst een deskresearch te doen op basis van de gegevens zoals hiervoor omschreven.

Bestaande bouw

Je kunt vaak te maken hebben met het uitvoeren van een opname in een bestaand gebouw. Dit komt voor als er geen energielabel aanwezig is, of als het energielabel verlopen is. Ook hier verzamel je dan de gegevens zoals hiervoor omschreven.

Het komt voor dat de gegevens die je verzameld hebt niet meer actueel zijn. Dit komt vaak door tussentijds onderhoud waarbij er niet goed gedocumenteerd is. Hierdoor is het raadzaam dat je als EP-adviseur zeer kritisch bent op de aangeleverde of gevonden gegevens.

Tips:

- Gebouwgegevens van bestaande gebouwen zijn ook terug te vinden in de BAG viewer [7] van het Kadaster. Op basis van het adres, woonplaats of BAG nummer kun je het gebouw terugvinden. Wees wel kritisch op de gegevens zoals oppervlakten e.d.



Afb. 2.1 Voorbeeld BAG viewer [7]

- Bestaande energielabels zijn terug te vinden op EP online. EP-online [8] is de officiële landelijke database waarin energielabels en energieprestatie-indicatoren van gebouwen zijn opgenomen. Hierin staan gegevens zoals welk energielabel het gebouw heeft, wanneer het gebouw opgenomen is, geregistreerd is en tot wanneer het label geldig is. Op basis van het BAG id, postcode en huisnummer, registratienummer of projectnaam kun je het gebouw opzoeken.

Energietype	Registratienummer	Datum registratie	Geldig tot	Status
Energietype utiliteitsbouw	123456789	21-06-2021	21-06-2031	Definitief

Dit gebouw heeft energielabel **A+++++**

Isolatie			Installaties			Verbetering aanbevolen?	
Gevels			Verwarming	Hoofdsysteem		nee	ja
Gevelpanelen		n.v.t.	Warm water	Warmtepomp		nee	ja
Daken			Zonneboiler	Aanwezig		nee	ja
Vloeren			Ventilatie	Natuurlijke toevoer en mechanische afzuiging		nee	ja
Ramen			Koeling	Bodemkoeling, koudeopslag of vrijekoeling		nee	ja
Buitendeuren			Verlichting	6,12 W/m² gemiddeld geïnstalleerd vermogen		nee	ja
			Zonnepanelen	100.507 W _p		nee	ja
Dit gebouw wordt niet verwarmd via een aardgas aansluiting			Aandeel hernieuwbare energie			51,0%	

Over dit gebouw

Adres
Waterschans van den Bergstraat 148
6899 ZZ Heerlen
BAG-ID: 0518010002678906

Bouwjaar
2019

Compactheid
0,87

Gebruiksoppervlakte
183 m²

Detailaanduiding
Sport- en fitnesscentrum De Koepel

Gebruiksfuncties
80% Sport
12% Bijeenkomst
8% Onderwijs

Opnamedetails

Naam
Pieter Hendrik van Leeuwardingen

Examnummer
99999

Certificaathouder
Janssen-De Vries Energielabelcertificaten en inspecties B.V.

Inschrijfnnummer
123.45.678

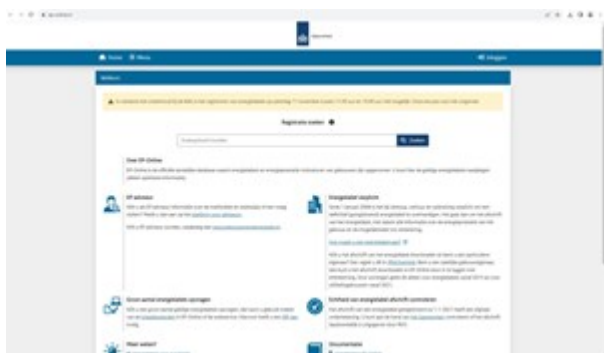
KvK-nummer
553087330109

Soort opname
Detailopname

Certificerende instelling
Energielabelcertificerende instelling b.v.



Afb. 2.2 Voorbeeld Energielabel utiliteitsbouw



Afb. 2.3 Het portal EP-online [8]

- Het is raadzaam om overal (digitale) kopieën van te maken en van alles wat je opneemt foto's te maken. Enerzijds is dit voor het projectdossier, maar anderzijds ook voor jezelf. Goede dossiervorming zorgt ervoor dat gegevens makkelijk terug te vinden zijn en dat iemand anders de resultaten kan reproduceren. Ook is het aan te bevelen om een kopie van het projectdossier over te dragen aan je opdrachtgever zodat zij gegevens kunnen terugzoeken.

2.1 ENERGIEPRESTATIEPLICHT

Informatie over dit onderwerp kun je terugvinden in de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2]. Hieronder geven we een korte toelichting.

Energieprestatieplicht

Niet alle gebouwen hebben een energiebesparingsplicht. Dit is afhankelijk van de gebruiksfunctie. Hieronder vind je een beschrijving van de verschillende gebruiksfuncties met een eis voor de energieprestatie. De gebruiksfuncties zijn afkomstig uit het Besluit bouwwerken leefomgeving [11]:

- Woonfunctie: deze gebruiksfunctie heeft als doel wonen;
- Bijeenkomstfunctie: dit is de gebruiksfunctie die bedoeld is voor het samenkomen van personen voor:
 - Kunst;
 - Cultuur;
 - Godsdienst (wel bijeenkomstfunctie, maar niet energieprestatieplichtig);
 - Communicatie;
 - Kinderopvang: Dit is het bedrijfsmatig opvangen, verzorgen, opvoeden en begeleiden van kinderen die het basisonderwijs nog niet hebben beëindigd, niet zijnde gastouderopvang als bedoeld in de Wet kinderopvang;
 - Het verstrekken van consumpties voor het gebruik ter plaatse;
 - Het aanschouwen van sport;
- Celfunctie: gebruiksfunctie voor dwangverblijf van personen;
- Gezondheidszorgfunctie: gebruiksfunctie voor medisch onderzoek, verpleging, verzorging of behandeling. We maken nog een onderscheid in:
 - Met bedgebied;
 - Andere gezondheidszorgfunctie;
- Kantoorfunctie: gebruiksfunctie voor administratie;
- Logiesfunctie: gebruiksfunctie voor het bieden van recreatief verblijf of tijdelijk onderdak aan personen;
- Onderwijsfunctie: gebruiksfunctie voor het geven van onderwijs;
- Sportfunctie: gebruiksfunctie voor het beoefenen van sport;
- Winkelfunctie: gebruiksfunctie voor het verhandelen van materialen, goederen of diensten.

De volgende gebruiksfuncties hebben geen eisen ten aanzien van de energieprestatie:

- Industriefunctie: gebruiksfunctie voor het bedrijfsmatig bewerken of opslaan van materialen en goederen, of voor agrarische doeleinden;
- Overige gebruiksfunctie: niet hierboven benoemde gebruiksfunctie voor activiteiten waarbij het verblijven van personen een ondergeschikte rol speelt.

Je kunt ook uitzonderingen van gebouwen tegenkomen waarbij een energielabel niet verplicht is bij verkoop of verhuur. Hieronder vind je een beschrijving van de kenmerken van dergelijke gebouwen:

- Gebouwen waarvoor geen energie gebruikt wordt om het binnenklimaat te regelen (zonder installaties, zoals een trekkershut of gite);
- Rijksmonumenten als bedoeld in de Erfgoedwet of in de gemeentelijke of provinciale monumentenverordening. Gemeenten kunnen hier uitsluitel over geven;
- Gebouwen die worden gebruikt voor erediensten en religieuze activiteiten zoals kerken en moskeeën;
- Gebouwen die bestemd zijn om te worden gebruikt voor het bedrijfsmatig bewerken of opslaan van materialen en goederen, of voor agrarische doeleinden, en die een lage energiebehoefte hebben zoals loodsen, op- en overslaglocaties;
- Gebouwen die ten hoogste twee jaar worden gebruikt en daarmee tijdelijke gebouwen zijn, zoals bouwketen, noodlokalen bij scholen, noodwinkels;



Afb. 2.4 Tijdelijke bouw (noodlokaal) (Bron: Jan Snel)

Het is in de praktijk niet altijd duidelijk of het om tijdelijke bouw gaat. Neem dan contact op met de gemeente, of de bewoner als er onduidelijkheden zijn.

- Voor bewoning bestemde gebouwen die minder dan vier maanden per jaar worden gebruikt, en met een verwacht energieverbruik van minder dan 25% van het energieverbruik bij permanent gebruik. Dit zijn bijvoorbeeld recreatiewoningen;
- Alleenstaande gebouwen met een gebruiksoppervlakte van minder dan 50 m² zoals tiny houses, woonboten, woonwagens;
- Gebouwen die onteigend worden of zijn, en zullen worden gesloopt.

Ook zijn er uitzonderingen die juist weer wel een energieprestatieverplichting hebben:

- Publiek toegankelijke gebouwen met een gebruiksoppervlakte van ≥ 250 m² waarin door een overheidsdienst of overheidsinstelling diensten worden verleend. Het energielabel is in deze gebouwen meestal zichtbaar voor het publiek.

2.2 ENERGIEPRESTATIERAPPORT

Informatie over dit onderwerp kun je terugvinden in de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2].

2.3 ENERGIELABEL

Informatie over dit onderwerp kun je terugvinden in de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2].

3 INDICATOREN

3.1 EP-INDICATOREN

Informatie over dit onderwerp kun je terugvinden in de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2].

3.2 TOJULI-INDICATOR

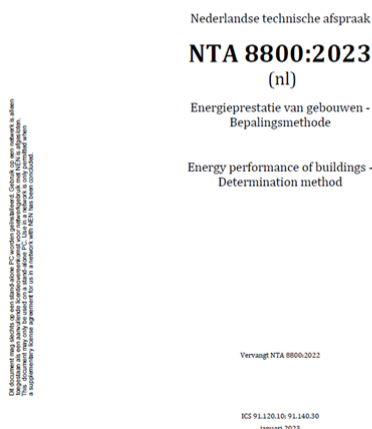
Informatie over dit specifieke onderwerp, dat van toepassing is bij de energieprestatie van woningen, kun je terugvinden in ISSO-publicatie 82.1 [2].

4 STANDAARD OMSTANDIGHEDEN

Informatie over dit onderwerp kun je terugvinden in de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2].

5 WERKZAAMHEDEN EP-ADVISEUR

Als vakbekwaam EP-adviseur verricht je onderzoek naar de energieprestatie van een gebouw. De werkzaamheden bestaan voornamelijk uit een gebouwopname en het maken van een energieprestatieberekening. Deze berekening is vastgelegd in een Nederlandse norm: de NTA8800 [5]. Deze norm omvat de bepalingsmethode om op een goede en eenduidige manier de energieprestatie van gebouwen te berekenen. Deze norm is zeer omvangrijk en complex. Om het rekenen met de NTA8800 [5] te vereenvoudigen maak je in de praktijk daarom gebruik van geattesteerde software. Dit is software die volgens een protocol getest is, zodat je met verschillende programma's toch dezelfde uitkomsten krijgt.



Afb. 5.1 De bepalingsmethode NTA8800 [5]

Verder kun je worden opgeleid tot een EP-W adviseur of een EP-U adviseur. Meer informatie hierover kun je terugvinden in de BRL 9500-W [3] en BRL 9500-U [4].

5.1 VASTSTELLEN BASIS- OF DETAILOPNAME

Naast het verschil tussen EP-W en EP-U adviseurs kom je ook basisopname (B) en detailopname (D) adviseurs tegen. Meer informatie hierover kun je terugvinden in de BRL 9500-W [3] en BRL 9500-U [4].

Dit praktijkboek is geschreven op het niveau van de detailmethode en gaat niet specifiek verder in op de situaties voor de basisopname.

5.2 VERZAMELEN GEGEVENS

Om een energieprestatieberekening uit te voeren verzamel je gegevens van het gebouw. In de volgende paragrafen staan achtereenvolgens:

- Voorbeelden van welke je gegevens verzamelt;
- Voorbeelden van kwaliteitsverklaringen.

Als EP-adviseur ga je uit van gegevens die je gevonden hebt of aangeleverd hebt gekregen. Je bent als EP-adviseur verantwoordelijk voor de informatie die je gebruikt om tot een energieprestatieberekening te komen. Er hangt voor een goede energieprestatieberekening veel af van de deze informatie. Om die reden is het raadzaam om kritisch te zijn op de aangeleverde informatie.

Bijvoorbeeld:

- Op rekeningen van bouwmaterialen staat altijd het adres, bouwkvavel of bouwnummer en waar het betreffende materiaal is aangebracht;

- Een meer- of minderwerkopgave, waarop duidelijk per adres of bouwka­vel blijkt op welke wijze van de oorspronkelijke opdracht is afgeweken.

Tips:

- Maak een overzicht van de aangeleverde gegevens.
- Check of wat op tekening staat ook in werkelijkheid klopt.

5.2.1 Informatiebronnen

Bij het maken van een energieprestatieberekening voer je verschillende gegevens in. Hieronder volgt een uiteenzetting van deze gegevens en waar je deze kan vinden:

1. Algemene gegevens:

- Adresgegevens van het project, de opdrachtgever en de EP adviseur;
- Bouwjaar van het gebouw of het bouwdeel.

Algemene gegevens van bestaande gebouwen kun je meestal terugvinden in de BAG viewer [7] van het Kadaster. Voor nieuwbouw zijn deze gegevens op te vragen bij je opdrachtgever.

2. Bouwkundige gegevens:

- Gebruiksoppervlakte;
- Oppervlakte schil (vloeren, dak dicht, dak open, gevel dicht, gevel open);
- Constructies;
- Kenmerken ten behoeve van de infiltratie.

Bouwkundige gegevens van bestaande gebouwen kun je terugvinden in het revisiedossier van het bestaande gebouw. Bij utiliteitsgebouwen is dit terug te vinden bij de gebouwbeheerder. Bij woningen kun je dit opvragen bij de eigenaar van de woning. Een van de gegevens die je verzamelt is de gebruiksoppervlakte. Vaak ook afgekort als GO. GO is overigens iets anders dan bruto vloeroppervlakte (BVO) en netto vloeroppervlakte (NVO). GO is de oppervlakte gemeten op vloerniveau tussen wanden, deuren, etc. Zie ook de begrippenlijst.

Bij nieuwbouw zijn de gegevens vaak beschikbaar als ontwerpgegevens. Vaak is er bij de aanvraag van een omgevingsvergunning al een gedetailleerd ontwerp gemaakt. Bij oplevering zijn vaak gegevens beschikbaar in de vorm van een revisiedossier.

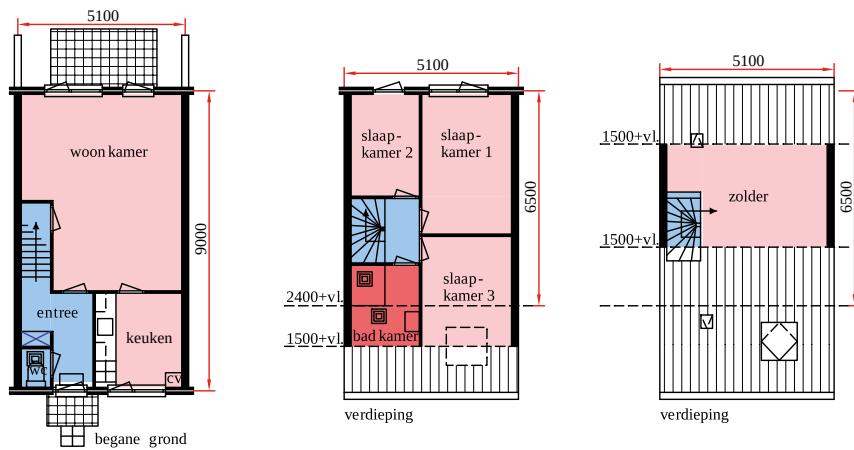
3. Installatiegegevens:

- Klimaatinstallaties;
- Verlichtingsinstallaties;
- Warmtapwaterinstallaties;
- Zonnecollectoren;
- Fotovoltaïsche cellen.

De gegevens voor de technische disciplines kun je terugvinden als installatietekeningen en -berekeningen. Daarnaast is vaak in het revisiedossier ook productdocumentatie opgenomen van de verschillende installaties.

Voorbeelden

- Bouwkundige tekeningen op schaal met afmetingen, plattegronden, gevelaanzichten en dwarsdoorsneden. Zie afb. 5.2 en 5.3;

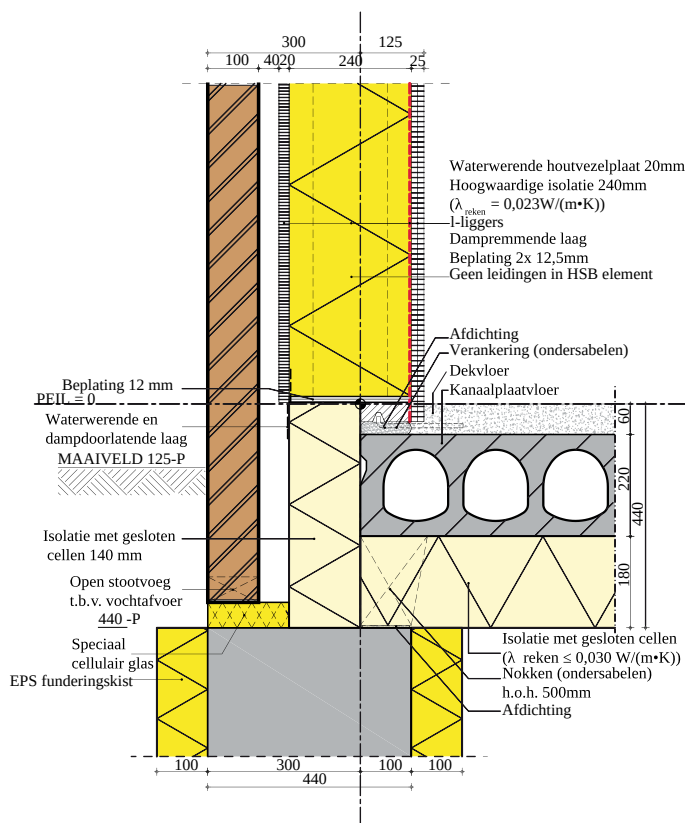


Afb. 5.2 Bouwkundige tekening

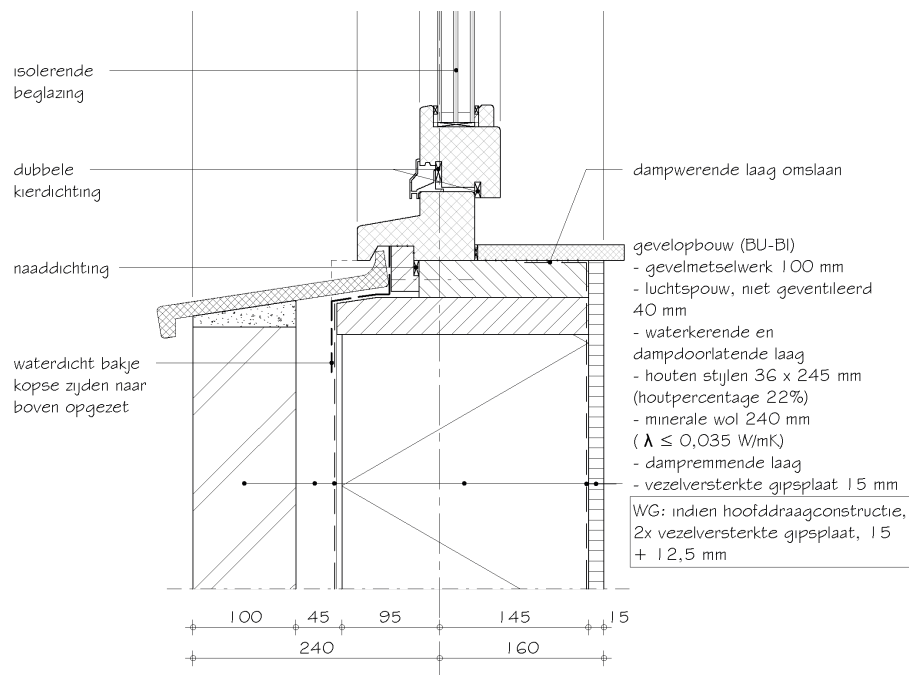


Afb. 5.3 Bouwkundige tekening

- Detailtekeningen van de bouwkundige constructies van het gebouw. Deze kunnen ook onderdeel uitmaken van de eerdergenoemde bouwkundige tekeningen. Zie afb. 5.4 en 5.5;



Afb. 5.4 Detailtekening van een funderingsdetail



Afb. 5.5 Detailtekening

- Installatie-ontwerp van het gebouw;
- Installatietekeningen voor verwarming, koeling, warmtapwater en/of ventilatie;
- Tekeningen waarop alle leidinglengtes van de installatie zijn opgenomen, zowel voor verwarming, koeling als warmtapwater;
- Verlichtingsplan;
- Verklaring van de regeling (verklaring waarop is vermeld dat de regeling voldoet aan bepaalde eisen);

- Verklaring dat de installaties zijn ingeregeld (verklaring waarop is vermeld dat de inregeling van de installatie voldoet aan bepaalde eisen);
- Verzamellijst van installaties en bouwkundige elementen, zoals het type opwekkers, het type kozijnen en het type beglazing.

Opmerking:

Om nuttige informatie te halen van tekeningen is het noodzakelijk dat de installatietekeningen voor verwarming, koeling en warmtapwater zo gedetailleerd zijn dat ook het verloop van de leidingen en de informatie over de isolatie van leidingen (materiaal en dikte) zichtbaar is.

5.2.2 Kwaliteitsverklaringen

Bij het maken van energieprestatieberekeningen neem je gegevens van installaties op en voer je deze in. Vaak gaat het ook om productinformatie.

Als er geen informatie bekend is, maak je gebruik van forfaitaire waarden. Forfaitaire waarden zijn waarden die reeds vastgesteld zijn. Deze waarden zijn vaak minder goed dan wat een fabrikant of leverancier aangeeft. Hierdoor wordt de energieprestatie slechter. Om die reden kunnen fabrikanten en leveranciers gebruik maken van kwaliteitsverklaringen voor hun producten. Bij het invoeren van deze kwaliteitsverklaringen wordt de energieprestatie beter. Deze kwaliteitsverklaringen worden opgenomen bij BCRG: Bureau Controle Registratie Gelijkwaardigheid [9]. Zie het voorbeeld in afb. 5.6.

PURY-P200 YNW-A1

VAN

mitsubishi electric

Verklaring voor de energieprestaties conform NTA8800.

De PURY-P200YNW-A (-BS) is een VRF (Variable Refrigerant Flow), multi-split monovalent (all-electric) lucht/lucht-warmtepomp, t.b.v. :

1. Ruimteverwarming (géén tapwaterverwarming), met een nominaal vermogen van 12,75 (kW_{th}) bij A-10/A20
2. Ruimtekoeling, met een nominaal vermogen van 22,4 (kW) bij A35/A24

Voor deze verklaring geldt:

voor de functie koelen ,

op basis van berekeningen uitgevoerd conform NTA8800, met hode 1 (EN16798),

Deze verklaring is opgesteld voor combinatie PURY-P200YNW-A (-BS) (buiten deel) met 4 binnendelen: PEFY-P50 VMA3-E .

De energieprestatie is gebaseerd op EN14825-tesgegevens Eurovent Certification, gerapporteerd in Product Performance Rating, Certificaat N° 15.10.006, document ID 082120201548-13919740, dd. 21 augustus 2020 .

Voor weergegevens conform NEN5060 (De Bilt).

Voor de functie koelen (koelgrens 16°C) geeft onderstaande tabel :

1. het opwekkingsrendement,

afhankelijk van de koudebehoefte aan het koude opweksysteem (Q_{gen}), waarbij :

1. elektrische hulpenergie W_{C,aux} van de opwekker opgenomen is in het opwekkingsrendement EER_{C,gen,in}
2. eventuele elektrische hulpenergie W_{C,aux} van het distributie- en afgiftesysteem geen onderdeel is van deze verklaring en separaat dient te worden bepaald ,
3. de op deze verklaring vermelde prestatie geldt inclusief een eventuele tweede (forfaitaire) opwekker indien de koelmachine niet de volledige koudevraag kan dekken ,
4. waarbij boven een koudebehoefte Q_{gen} van 6345 kWh/jaar de actieve koelmachine daarin niet zelfstandig kan voorzien en TOJuli alsnog moet worden bepaald .

Alklima PURY200	Bron: Buitenlucht ==>Binnenlucht (A/A)							
	Koudehoeft Q _{C,gen} [kWh/jaar]							
	1800	2500	4200	6500	8800	12500	17000	22000
η _{C,gen,in} (EER)	6,98	8,25	9,83	9,43	8,78	7,80	6,89	6,18
BENG-EP3 [kWh-elek/jr]	forfaitair	forfaitair	forfaitair	forfaitair	forfaitair	forfaitair	forfaitair	forfaitair

Voor tussenliggende tabelwaarden dient lineair te worden geïnterpoleerd .

De verklaring geldt niet voor lagere- en hogere koudebehoefte dan aan gegeven in de tabel .

Aldus verklaard ,

Rhenen dinsdag 7 juni 2022

Dr. ir. J. van Berke
Entry Technology Support BV
Sporbaanweg 15
3911 CA Rhenen

Afb. 5.6 Kwaliteitsverklaring BCRG (let op aanwezigheid BCRG code) (bron: Alklima)

Daarnaast bestaat de Declarations of Performance (DoP). Dit is een kwaliteitsverklaring of prestatieverklaring, opgesteld door de fabrikant of leveranciers. Als een fabrikant een bouwproduct op de markt brengt waar een geharmoniseerde norm (NEN) voor beschikbaar is, dan voorziet de fabrikant het product van een CE-Markering met een bijbehorende prestatieverklaring.

Een DoP kun je herkennen aan de volgende informatie op de verklaring:

- Een unieke identificatiecode;
- Het beoogde gebruik;
- De fabrikantgegevens (naam en contactgegevens);
- Systeem voor de beoordeling en verificatie van de prestatiebestendigheid (volgens het AVCP-systeem: klasse 1, 1+, 2+, 3 of 4);
- De van toepassing zijnde geharmoniseerde norm;
- Aangegeven prestatie of prestaties (bijv. lambda-waarde, U-waarde);
- Handtekening van een gemachtigde van de fabrikant.

Voor meer informatie over DoP's, zie <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/bouwproducten/vraag-en-antwoord/wat-is-een-prestatieverklaring-voor-bouwproducten>[10]

DECLARATION OF PERFORMANCE		EN
No. 66101-a-CPR_2019.07.1		
Unique identification code of the product-type	Deck-VQ	
Intended use/s	Thermal insulation for buildings	
Manufacturer	Recticel NV – Zuidstraat 15 – B-8560 Wevelgem	
System/s of AVCP	AVCP 3	
EAD	European Assessment Document EAD 040011-00-1201 2017	
Notified body	Notified testing laboratory No. NB 1640 determined the product type under system AVCP3.	
Essential characteristics	Performance (The letters 'NPD' (No Performance Determined) are indicated where no performance is declared.)	
Reaction to fire	Reaction to fire	E
Thermal resistance	Thermal conductivity λ_D in W/mK (without protection layers)	0,007 – 0,010
	Thermal resistance, R_D in m ² K/W	4,00 – 4,40 for d_w 40 mm 5,00 for d_w 45 mm 5,55 – 6,25 for d_w 50 mm 6,85 for d_w 55 mm 7,50 for d_w 60 mm 8,10 for d_w 65 mm 8,75 – 10,00 for d_w 70 mm
Water vapour diffusion resistance	NPD	
Geometry	Length – l_w : 600 – 1200 mm	l_w < 1000 mm: -3 mm/+3 mm l_w > 1000 mm: -5 mm/+5 mm
	Width – w_w : 300 – 600 mm	w_w < 1000 mm: -3 mm/+3 mm
	Thickness – d_w : 40 – 70 mm	T5
	Squareness in mm.m ⁻¹	≤ 5
	Flatness in mm	≤ 5
Density	Density, kg/m ³	180
Mass per square metre of the multilayer high barrier foil of the Product	Mass per square metre in g/m ²	100-110
Oxygen permeability of the multilayer high barrier foil of the Product	OTR ₉₀₂ in $\mu\text{l.m}^{-2}.\text{day}^{-1}$	< 0,5
Compressive stress/strength at 10% deformation	CS(10V)150	
Dimensional stability under specified temperature and humidity	48h, 70°C, 90% R.H.	DS(70,90)1
Deformation under specified load and temperature	40 kPa, 70°C, 168h	DLT(2)5
Tensile strength of the multilayer high barrier foil of the Product	Mean tensile strength - before ageing in MPa	≥ 70
	Mean tensile strength - after ageing (90 days 70 °C) in MPa	≥ 70
Internal pressure	Internal pressure, 24 h after production - PL in mbar	≤ 5
Tensile strength perpendicular to the faces of the thermal insulation boards	Tensile strength perpendicular to faces	TR80
Behaviour under point load	Point load F_p at 5 mm deformation in N	≥ 2000
	Deformation under a point load of 1000 N in mm	≤ 2,5
Shear strength of the thermal insulation boards	Shear strength in kPa	≥ 30

The performance of the product identified above is in conformity with the set of declared performance/s. This declaration of performance is issued, in accordance with the European Organisation for Technical Assessment ETA 18/0846, under the sole responsibility of the manufacturer identified above.

Signed for and on behalf of the manufacturer by:
at Wevelgem on the 19th of July 2019
Ralf Becker – Group General Manager Recticel Insulation

Ralf Becker

FEEL GOOD INSIDE
RECTICEL insulation

Afb. 5.7 Declaration of Performance (Bron: Recticel)

5.3 OPNAME OP BASIS VAN TEKENINGEN

Informatie over dit onderwerp kun je terugvinden in de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2].

5.4 OPNAME OP LOCATIE

Deze paragraaf beschrijft welke voorbereiding je kunt doen voor een effectieve en efficiënte gebouwopname.

Check verzamelde gegevens

Voordat je een gebouw gaat opnemen, loop je de gebouwgegevens na die je hebt verzameld. Hierdoor raak je bekend met het op te nemen gebouw. Daarnaast maak je voor jezelf duidelijk welke delen van het gebouw extra aandacht nodig hebben. Met een goede voorbereiding voorkom je onnodig zoeken in het gebouw tijdens de opname. Zorg er dan ook voor dat je de belangrijkste reeds verzamelde gegevens meeneemt zodat je deze in het gebouw makkelijk kan nalopen. Dit geldt vooral voor bouwkundige en installatietechnische tekeningen.

Meerdere opnames?

In gebouwen kun je zowel woningbouw als utiliteitbouw tegenkomen. Als adviseur splits je dan de berekening op in een woningbouw- en een utiliteitsbouwgedeelte. Dit is ook het geval bij bedrijfsverzamelgebouwen. Voorbeelden van bedrijfsverzamelgebouwen zijn gebouwen waarin units zoals woningen, winkels en utiliteitsfuncties zijn geïntegreerd. Deze units zijn te herkennen doordat ze:

- Een eigen ingang hebben;
- Een eigen adres/ verblijfsobject-id hebben.

Ontbrekende gegevens

Je zult merken dat bij het opnemen van bouw- of installatiecomponenten niet altijd alle gegevens te achterhalen zijn. Dit kan bijvoorbeeld zijn bij sterk verouderde installaties, ontbrekende revisiegegevens enzovoorts. Via het internet kun je dan nog wel vaak productspecifieke informatie terugvinden.

Een voorbeeld van ontbrekende gegevens is een onbekend fabricagejaar van een bouw- of installatiecomponent. Vaak staat het installatie- of fabricagejaar aangegeven wel op het apparaat of factuur. Je zult zien dat het opnameprotocol op een aantal plaatsen naar installatie- of fabricagejaren van het systeem of apparaat vraagt. De reden hiervoor is om een forfaitair rendement te kunnen inschatten. Het is aan te bevelen om in ieder geval goed vast te leggen waar je de gegevens vandaan hebt.

Tips:

- Maak veel foto's van wat je opneemt. Neem ook foto's van de omgeving van datgene wat je opneemt. Bijvoorbeeld:
 - Een foto van het typeplaatje van een verwarmingsketel;
 - Een foto van de verwarmingsketel zelf;
 - Een foto van de locatie van de verwarmingsketel.
- Hierdoor maak je het voor jezelf en voor anderen makkelijker om te herleiden waar je de opname hebt uitgevoerd. Overigens komen deze foto's ook terug in het projectdossier als bewijsmateriaal. Maak het jezelf en anderen makkelijker en geef de foto's een bestandsnaam met de locatie waar je de foto genomen hebt. Of geef op een tekening aan waar de foto gemaakt is met referentie naar de bestandsnaam.
- Een ervaren EP-adviseur vult het opnameformulier al vroegtijdig in, en checkt dit in de praktijk. Het is aan te bevelen om informatie waar je al zeker van bent in te voeren in de software. Door een werkplek te zoeken in het gebouw dat je opneemt, kun je de ontbrekende of twijfelachtige gegevens direct in het gebouw opnemen, controleren en in de software invoeren. Let wel op dat je de gegevens in het opnameformulier vermeld als bewijs van opname in het projectdossier.
 - Zorg voor een aanspreekpunt die tijdens de opname beschikbaar is, toegang tot besloten ruimten verschaft en eventueel met je mee kan lopen tijdens de opname.

5.4.1 Opnameformulier

Om een gestructureerde opname uit te kunnen voeren kun je gebruik maken van een opnameformulier. Voor een voorbeeld zie op [isso.nl](https://www.issso.nl) bij de specificaties van:

- ISSO-publicatie 75.1 [1] voor utiliteitsgebouwen;
- ISSO-publicatie 82.1 [2] voor woningen.

Door gebruik te maken van deze formulieren komt de EP-adviseur tot een eenduidige opname. Daarnaast is het ingevulde opnameformulier te gebruiken als bewijslast voor in het projectdossier. Hierdoor is de opname reproduceerbaar en toetsbaar voor anderen.

De opnameformulieren bestaan uit de volgende onderdelen:

1. Algemene projectgegevens: Dit onderdeel omvat gegevens zoals adres van het op te nemen object, jouw naam als EP-adviseur, wat voor type opname het betreft, het niveau van opname enzovoorts.
2. Algemene gegevens: Dit onderdeel gaat meer over algemene gegevens van het gebouw die je opneemt. Betreft het een gebouw uit een enkele bouwlaag of zijn het meerdere

bouwlagen? Is het een vrijstaand gebouw? Hoeveel rekenzones zijn er? Wat zijn de gegevens per rekenzone enzovoorts.

3. Bouwkundige gegevens: Hier gaat het meer om de op te nemen gegevens van het gebouw zoals vloerconstructies, dakconstructies, gevelconstructies, gevelopeningen, thermische eigenschappen etc.
4. Installaties: Dit zijn gegevens omtrent verwarming, koeling, ventilatie, tapwater, verlichting (alleen bij utiliteitsgebouwen), PV/PVT-panelen.

5.4.2 Instrumentarium

Om een gebouw goed te kunnen opnemen heb je als EP-adviseur instrumenten nodig. Je gebruikt vaak de volgende instrumenten tijdens een opname:

- Meetinstrument om de lengte, breedte en hoogte te kunnen bepalen, zoals een rolmaat of een elektronische afstandsmeter. Tegenwoordig zijn er ook elektronische afstandmeters in de vorm van een app op een mobiele telefoon. Hoewel het aantrekkelijk is om deze te gebruiken zijn ze (nog) vaak niet precies genoeg. Maak daarom gebruik van een goed professioneel meetinstrument;
- Digitale camera of camera op mobiele telefoon;
- Hulpmiddel waarmee de dikte van isolatiematerialen te bepalen is, zoals een prikpen of een breinaald of – in geval van open stootvoegen – een voorwerp met een scherpe en een botte kant.

Daarnaast is het aan te bevelen om te beschikken over:

- Hellingshoekmeter (analoog of digitaal) om hellingen te kunnen meten zoals die van dakvlakken, opstelling zonnepanelen;
- Zaklamp om te kunnen kijken in bijvoorbeeld kruipruimten, boven verlaagde plafonds, schachten;
- Kompas om de oriëntatie vast te kunnen stellen van bijvoorbeeld het gebouw of zonnepanelen. Tegenwoordig ook vaak beschikbaar als app op een mobiele telefoon. Controleer wel altijd hoe nauwkeurig dit is.



Afb. 5.8 Elektronische afstandsmeter (bron: Bosch-professional)

5.5 REGISTREREN IN EP-ONLINE

Bij de registratie van de energielabels voor gebouwen in EP-online [8] speelt de registratie van het betreffende gebouw in de BAG een rol. In de BAG is het pand-id van het gebouw terug te vinden. Onder het pand-id vind je de verblijfsobject-id's. Een gebouw kan dus bestaan uit één of meerdere verblijfsobject-id's. Dit zijn bijvoorbeeld winkels in een bedrijfsverzamelgebouw.

Volgens de praktijkhandleiding BAG [12] is de definitie van een verblijfsobject: 'Kleinste binnen één of meer panden gelegen en voor woon-, bedrijfsmatige, of recreatieve doeleinden geschikte eenheid van gebruik die ontsloten wordt via een eigen afsluitbare toegang vanaf de openbare weg, een erf of een gedeelde verkeersruimte, onderwerp kan zijn van goederenrechtelijke rechtshandelingen en in functioneel opzicht zelfstandig is.'

Verder zijn woonboten en woonwagens geregistreerd in de BAG met resp. een ligplaats- en standplaats-id. De ondergrens bij de registratie van energieprestatierapporten voor woningen, is het adresseerbaar object in de BAG: een verblijfsobject-id, standplaats-id of ligplaats-id. Op elk adresseerbaar object-id kan je dus maar één energielabel voor woningen registreren.

Als je complexere situatie tegenkomt voor het registreren van energieprestatieberekeningen, biedt de publicatie 'Handleiding EP-online.nl voor energieadviseurs'[13] een uitkomst. Dit is bijvoorbeeld het geval als er meerdere gebouwen op één adres aanwezig zijn. Of er zijn meerdere energieprestatieberekeningen op één verblijfsobject-id.

5.6 HERLABELLEN NA VERBETERING

Informatie over dit onderwerp kun je terugvinden in de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2].

5.7 BIJHOUDEN PROJECTDOSSIER

Voor elk project houd je een projectdossier bij zodat de resultaten reproduceerbaar en toetsbaar zijn op basis van tekeningen, berekeningen, foto's, facturen of schetsen. Met andere woorden: een andere EP-adviseur moet tot dezelfde resultaten kunnen komen als jij met de invoergegevens uit het projectdossier.

De exacte inhoud waaraan het projectdossier moet voldoen staat in BRL9500-U [4] voor utiliteitsbouw of BRL9500-W [3] voor woningbouw.

Het gecertificeerde EP-adviesbedrijf moet het projectdossier tot minimaal 15 jaar na afronding van de opdracht bewaren. Hetzelfde geldt voor het computerdatabestand waarmee het energieprestatie-rapport tot stand is gekomen; bewaren tot minimaal 15 jaar na afronding van de opdracht.

6 GEBOUWBEGRENZING EN INDELING

In dit hoofdstuk gaan we dieper in op de begrenzing en indeling van het gebouw in relatie tot de energieprestatieverplichting. Met een goede begrenzing en indeling maak je duidelijk welke gedeelte van het gebouw belangrijk is voor de bepaling van de energieprestatie. Dit lichten we achtereenvolgens toe in de volgende paragrafen.

6.1 BEPALEN ENERGIEPRESTATIEPLICHTIGE DEEL

In de praktijk kom je nieuwbouwprojecten en bestaande gebouwen tegen. Voor elk type object bepaal je de gebouwgrens om inzicht te krijgen in het energieprestatieplichtig deel. De gebouwgrenzen van een nieuw te realiseren gebouw zijn terug te vinden in de documenten tbv de aanvraag van de omgevingsvergunning. Bij bestaande gebouwen kun je zoeken op pand-id's in de BAG viewer [7]. Voor elk pand-id maak je dan een aparte energieprestatierapportage, ook al zijn de panden met elkaar verbonden.

Voorbeelden:

- Op een terrein staat een aantal kantoorgebouwen. Al deze kantoorgebouwen hebben een eigen pand-id, de gebouwen hebben een collectieve klimaatinstallatie en ze zijn verbonden door loopbruggen. Omdat elk kantoorgebouw een eigen pand-id heeft, is het noodzakelijk om voor elk kantoorgebouw minimaal een aparte energieprestatierapportage maken.
- Als in een gebouw zowel woonfuncties als utiliteitsbouwfuncties aanwezig zijn, zullen er gemeenschappelijke ruimten zijn die door beide functies in gebruik zijn, zoals een gezamenlijke entree. De gemeenschappelijke ruimten worden dan – per bouwlaag – verdeeld onder deels de woonfuncties en deels de utiliteitsfuncties.
- Bij een combinatiegebouw met op de onderste bouwlaag winkels en daarboven woningen, waarbij de winkels en de woningen gebruik maken van de gemeenschappelijke entree, wordt de gezamenlijke entree op de begane grond toegewezen aan de winkelfuncties. De gemeenschappelijke verkeersruimten op de bovenliggende bouwlaag worden toegewezen aan de woningen.
- Als in een combinatiegebouw op dezelfde bouwlaag woningen en utiliteitsfuncties aanwezig zijn met een gemeenschappelijke ruimte, dan wordt deze gemeenschappelijke ruimte op basis van de verhouding van de gebruiksoppervlakte van de woonfunctie(s) en utiliteitsfunctie(s) op die betreffende bouwlaag verdeeld. Ook de thermische schil van de gemeenschappelijke ruimte wordt verdeeld op basis van de verhouding van de gebruiksoppervlakte. De EP-U adviseur kent zelf de delen op basis van deze verhouding toe.

6.2 BENOEMEN GEBRUIKSFUNCTIES

Bij het bepalen van de energieprestatie van een gebouw kijk je naar de energieprestatieplichtige delen en de niet-energieprestatieplichtige delen in een gebouw. Om te bepalen welk deel van een gebouw een energieprestatieplicht heeft, maak je gebruik van de gebruiksfuncties van het gebouw. In tabel 6.1 zie je hoe de verschillende gebruiksfuncties te herkennen zijn.

Tabel 6.1 Herkenning van gebruiksfuncties

Gebruiksfuncties:		Kenmerken: ¹
Woonfunctie		Ruimten in eengezinswoningen, woonfunctieruimten in flat- of portiekwoningen, ruimten in drijvende woningen, ruimten in studentenhuizen, ruimten in woonfuncties voor zorg en woonwagens met een woonfunctie.
Andere logiesfunctie (niet gelegen in een logiesgebouw)		Ruimten in zomerhuisje of vakantiehuis of bed & breakfast. Deze worden in de energieprestatiemethodiek beschouwd als woonfunctie.
Bijeenkomst-functie	Overig	Vergaderzalen in een congrescentrum, bijeenkomstruimte in een kerk of wijkgebouw, bioscoopzaal, theaterzaal, schouwburgzaal, cursusruimte, vergaderruimten, tentoonstellingsruimten, museumzalen, tribune in een sportgebouw, bibliotheekruimte, expositieruimte, aula in een school, ruimte voor kaart- en bordspelen, foyer in een theater, speelruimten in een casino, café, eetzaal van een restaurant, kantine van een sportclub, dansruimten in een discotheek, foyer in een schouwburg, foyer in een bioscoop, horecagelegenheid in een ziekenhuis of indoor speelparadijs. Opmerking: entreegebied of receptie in utiliteitsgebouwen hebben over het algemeen geen bijeenkomstfunctie maar een hulpfunctie.
	Voor kinderopvang	Slaap- en kinderverblijven in een kinderdagverblijf, kinderopvangruimte van een crèche.
Celfunctie		Gevangenis- of politiecel, kamer in een tehuis voor dwangmatige verpleging (bijvoorbeeld isoleercel), cel op een station.
Gezondheids-zorgfunctie	Met bedgebied (klinisch)	Ruimten met bedden bedoeld voor het slapen/behandelen van patiënten of het verblijven van aan bed gebonden patiënten in een ziekenhuis, verpleeghuis, psychiatrische inrichting, gezinsvervangend tehuis voor verstandelijk gehandicapten.
	Andere gezondheids-zorgfunctie (niet-klinisch)	Ruimten voor de behandeling van patiënten in een ziekenhuis, verpleegtehuis, psychiatrische inrichting, gezinsvervangend tehuis voor verstandelijk gehandicapten, medisch centrum, polikliniek, praktijkruimte van huisarts, fysiotherapeut, tandarts of dierenarts, dierenkliniek, woonzorgcomplex, bejaardenhuis of een verzorgingshuis, wachtruimte in ziekenhuizen, huisarts, tandarts, etc.
Industriefunctie ²		Werkplaats, kleedruimte behorend bij werkplaats of fabriek, magazijn van een fabriek, fabrieksruimte, opslagruimte in een pakhuis, stal van een boerderij, opslagloods, tuinbouwkas, koel- of vrieshuis, muziekstudio, grootkeuken (bijvoorbeeld van een restaurant of ziekenhuis), labruimte, operatiekamer, werkplaats in een garage, werkplaats in een brandweerkazerne, archieftruimte die niet zonder verbouwing als andere gebruiksfunctie kan worden gebruikt, datacenter, praktijklokalen (werkplaatsen) in scholen.

¹ Aanwijzingen in bovenstaande tabel zijn niet uitputtend.

² Het is niet verplicht om bij verkoop, oplevering of verhuur de energieprestatie te bepalen. Deze gebouwdelen worden bij de berekening van de energieprestatie buiten beschouwing gelaten. Gebruiksoppervlakte van deze gebouwdelen hoeft dus ook niet te worden bepaald. Deze gebouwdelen worden afhankelijk van de wijze van conditionering beschouwd als verwarmde of onverwarmde aangrenzende ruimte.

Gebruiksfuncties:	Kenmerken:
Kantoorfunctie	Kantoorruimten en stiltewerkplekken in gebouwen, bijvoorbeeld kantoorruimten in een accountantsbureau, administratiekantoor, advocatenkantoor, bankgebouw, gemeentehuis, bedrijfsverzamelgebouw of school, kantoorruimte bij een winkel, kantoorruimte aan een woning, kantoorruimte in een politiebureau, kantoorruimten in brandweerkazerne.
Logiesfunctie in een logiesgebouw	Slaapverblijven in een hotel, motel, pension of asielcentrum, slaapruidten in opvangcentrum voor tijdelijk verblijf van mensen, slaapverblijven in een brandweerkazerne, vakantiewoningen in een woongebouw.
Onderwijsfunctie	Klaslokaal in een schoolgebouw, collegezaal van een universiteit, zalen voor projectonderwijs, leraren- of docentenkamers.
Sportfunctie	Zwemzaal in een zwembad, gymnastieklokaal, sportruimte in een sporthal, sportruimte in een fitnesscentrum, gedeelte om te bowlen bij een bowlingbaan, biljartzaal, tennishal, squashbaan in een squashhal, baan voor indoorkarting, manege, overdekte wielervedaan, boulodrome (overdekte jeu de boules-baan), raquetball-baan, bokszaal, schietbaan, overdekte rolschaatsbaan, kleedruimte- en doucheruimte bij sport.
Winkelfunctie	Alle winkelruimten in een winkel of winkelcentrum (ook kantoorachtige functie zoals een reisbureau of makelaarskantoor in een winkelcentrum), winkelgedeelte in een supermarkt, pedicure, reisbureau, bordeel, kapsalon, apotheek, stationsloket, verkoop bij een tankstation, showroom, publiek toegankelijke ruimten en publiek toegankelijke spreekkamers van een bankfiliaal.
Overige gebruiksfunctie ³	Trafohuisje, parkeergarage, tuinbouwkas bij woning (niet beroepsmatig), sanitair gebouw op een camping, wachtlokaal voor passagiers op een station, bushokje, columbarium.
Hulpfunctie ⁴	Toiletten, badruimte, ruimte met opstelplaats met kooktoestel, kleedruimte (zijnde niet sport), pantry, vide, verkeersruimte (gang, hal, overloop, entree, lift, trap, trappenhuis), technische ruimte, bezemkast, schoonmaakkast, opslagruimte, stallingsruimte, bergruimte, meterruimte, stookruimte. Zolder, vliering, kelder/ souterrain, atrium en serre, indien geen verblijfsruimte.

Opmerking:

De termen technische ruimte, installatieruimte en techniekruimte worden in de praktijk door elkaar gebruikt. Onder technische ruimte verstaan we een ruimte voor het plaatsen van de apparatuur, noodzakelijk voor het functioneren van het bouwwerk, waaronder in ieder geval begrepen een meterruimte, een liftmachineruimte en een stookruimte.

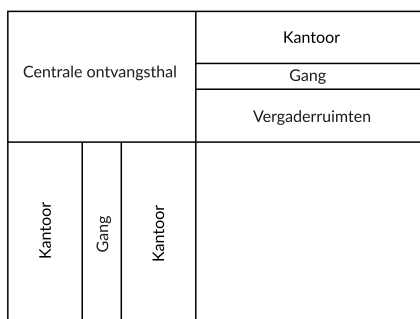
In tegenstelling tot de detailopname ken je bij de basisopname kleine gebruiksfuncties toe aan de hoofdgebruiksfunctie. Echter, dit praktijkboek is geschreven op het niveau van de detailmethode en gaat niet specifiek verder in op de situaties voor de basisopname.

Voorbeeld toebedeling gebruiksfuncties

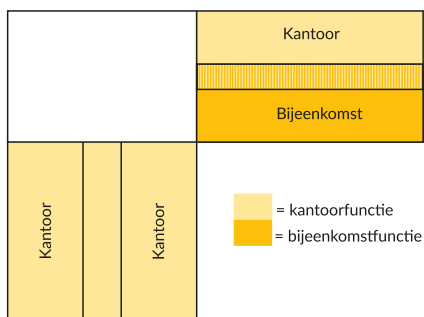
³ Het is niet verplicht om bij verkoop, oplevering of verhuur de energieprestatie te bepalen. Deze gebouwdelen worden bij de berekening van de energieprestatie buiten beschouwing gelaten. Gebruiksoppervlakte van deze gebouwdelen hoeft dus ook niet te worden bepaald. Deze gebouwdelen worden afhankelijk van de wijze van conditionering beschouwd als verwarmde of onverwarmde aangrenzende ruimte.

⁴ Geen gebruiksfunctie conform het Bbl (Besluit bouwwerken leefomgeving) [11], maar ingevoerd om de gebouwen te kunnen indelen.

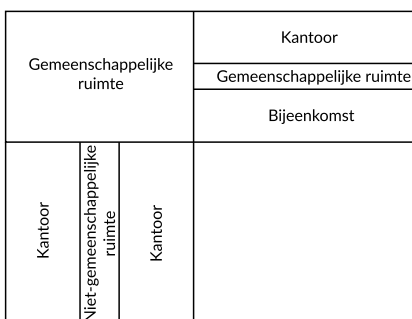
Stap 0: de basisplattegrond



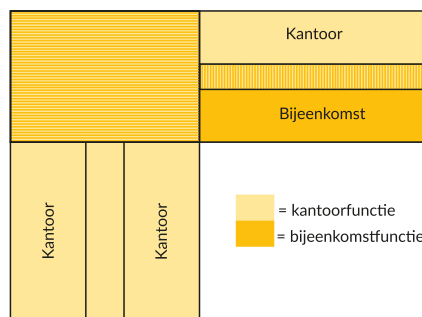
Stap 1.1: de twee gangszones krijgen een gebruiksfunctie toegewezen (naar rato)



Stap 1: indeling in gebruiksfuncties: aanduiding van de gebruiksfuncties en de gemeenschappelijke en niet-gemeenschappelijke ruimten



Stap 1.2: de centrale ontvangsruimte krijgt gebruiksfuncties toegewezen (naar rato)

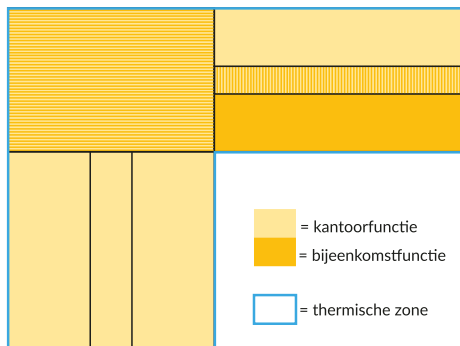


Afb. 6.1 Voorbeeld van de indeling van het gebouw – stap 1

6.3 BEPALEN THERMISCHE ZONE

Nu bekend is welke ruimten een energieprestatieplicht hebben, kun je de thermische zone gaan bepalen. De delen van het gebouw die je mee kan nemen binnen de begrenzing van de energieprestatieberekening vormen gezamenlijk de thermische zone.

Stap 2: bepaling gebouw begrenzing: alles behoort tot thermische zone



Afb. 6.2 Voorbeeld van de indeling van het gebouw – stap 2

6.3.1 Ruimten in de thermische zone

Dit zijn ruimten zoals verblijfsruimten, toiletten, badkamers, slaapkamer, zolders met een vaste trap waar je kan lopen (minimaal 1,5 m hoogte) etc. Informatie over dit onderwerp kun je terugvinden in de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2].

6.3.2 Ruimten buiten de thermische zone

Dit zijn bijvoorbeeld ruimten met een industriefunctie, sterk geventileerde ruimten, garages, grote technische ruimten. Informatie over dit onderwerp kun je terugvinden in de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2].

6.3.3 Overige ruimten

Dit zijn ruimten zoals zolders zonder vaste trap, berg ruimten, kelders, serres, kleine technische ruimten. Informatie over dit onderwerp kun je terugvinden in de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2].

6.3.4 Aangrenzende ruimten

Dit zijn ruimten buiten de thermische zone. Dit kunnen aangrenzende verwarmde ruimten zijn, aangrenzende onverwarmde ruimten, aangrenzende sterk ventileerde ruimten en aangrenzende onverwarmde serres. Informatie over dit onderwerp kun je terugvinden in de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2].

6.4 INDELEN IN KLIMATISERINGSZONES

Klimatiseringszones kun je herkennen als zones in een thermische zone met een eigen verwarmings-, koel-, bevochtigings- of ventilatie-installatie die los van elkaar functioneren. Tapwater- en verlichtingssystemen spelen geen rol bij de indeling in klimaatzones. Je kunt dus meerdere tapwatersystemen en meerdere verlichtingssystemen aantreffen in een klimatiseringszone.

Voorbeelden van enkele bijzondere situaties:

- Het verwarmingssysteem bestaat uit het warmteafgiftesysteem, het warmtedistributiesysteem en het warmteopweksysteem. Met 'verschillende verwarmingssystemen' bedoelen we fysiek gescheiden verwarmingssystemen. In een gebouw kunnen verschillende verwarmingssystemen met verschillende (combinaties van) opwekkers aanwezig zijn. Bijvoorbeeld:
 - Het kan het voorkomen dat één verwarmingssysteem in het gebouw wordt gevoed door een HR-ketel en een tweede verwarmingssysteem, in een ander deel van hetzelfde gebouw, door bijvoorbeeld een warmtepomp (meestal ook in een andere ruimte geplaatst). Dit zijn dan twee gescheiden verwarmingssystemen en daarom deel je het gebouw dan in twee klimatiseringszones;
 - Als er op dezelfde opwekker zowel radiatoren als vloerverwarming is aangesloten, wordt dit beschouwd als één verwarmingssysteem en dus ook één klimatiseringszone;
- Als in een aantal ruimten wel koeling voorkomt en in een aantal andere ruimten niet, dan vormen de gekoelde ruimten en de niet-gekoelde ruimten ieder een eigen initiële klimatiseringszone;
- Het koelsysteem bestaat uit het koudeafgiftesysteem, het koudedistributiesysteem en het koudeopweksysteem. Met 'verschillende koelsystemen' bedoelen we fysiek gescheiden koelsystemen. In een gebouw kunnen koelsystemen met verschillende (eventueel combinaties van) opwekkers in gebruik zijn. Bijvoorbeeld:
 - Zo kan één koelsysteem in het gebouw gevoed worden door een elektrisch aangedreven compressiekoelmachine en een tweede koelsysteem, in een ander deel van hetzelfde gebouw, door een WKO;
 - Als er op dezelfde koudeopwekker vloerkoeling en fancoil-units zijn aangesloten, wordt dit als één koelsysteem beschouwd en dus één klimatiseringszone;
- Het kan voorkomen dat er in het energieprestatieplichtige deel van het gebouw meerdere ventilatiesystemen voorkomen. Namelijk:
 - Natuurlijke toevoer en natuurlijke afvoer (type A);
 - Mechanische toevoer en natuurlijke afvoer (type B);
 - Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (type C);
 - Mechanische toevoer en mechanische afvoer (type D);
 - Gecombineerde ventilatiesystemen (type E).

Als er meerdere, verschillende ventilatiesystemen voorkomen, zoals hiervoor aangegeven, is er sprake van een gescheiden ventilatiesysteem. Er is ook sprake van verschillende ventilatiesystemen als de rendementen bij een WTW-unit verschillen.

Gemeenschappelijke ruimten

Gemeenschappelijke ruimten zijn ruimten zoals gangen en toiletten. Deze ruimten herken je doordat deze niet direct worden geklimatiseerd. Deze worden toegewezen aan de aangrenzende klimatiseringszone. Let hierbij op een aantal bijzonderheden, zie ook de volgende voorbeelden:

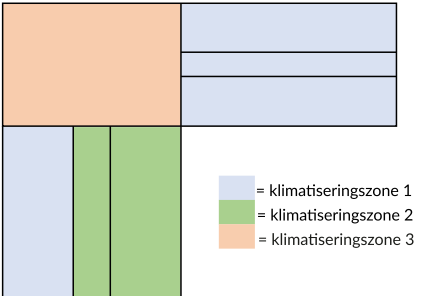
- De toiletgroepen in een utiliteitsgebouw hebben alleen een ander type ventilatiesysteem dan de kantoorvertrekken. Je mag dan de toiletgroepen toevoegen aan de klimatiseringszone van de kantoorvertrekken;
- De gangzones in een utiliteitsgebouw hebben geen eigen ventilatiesysteem, maar maken (deels of indirect) gebruik van het ventilatiesysteem van de naastgelegen gebieden (bijvoorbeeld overstort van ventilatielucht naar de gangzones). In dat geval mag je voor deze gemeenschappelijke ruimten het klimatiseringssysteem van de naastgelegen gebieden aanhouden;

- Als variant op het vorige voorbeeld komt ook de situatie voor dat een gangzone grenst aan gebieden met verschillende klimatiseringssystemen. In dat geval mag je de gangzone verdelen over deze verschillende klimatiseringszones, of toegewezen aan één van de verschillende klimatiseringszones.

Stap 3: indeling in klimatiseringssystemen: stel het aantal gescheiden installaties vast

Balans vent met wtw + verwarming + koeling	Balans vent met wtw + verwarming + koeling	
	Overstort vanuit aanliggend	
	Balans vent met wtw + verwarming + koeling	
Balans vent met wtw + verwarming + koeling	Overstort vanuit aanliggend	Balans vent met wtw + verwarming

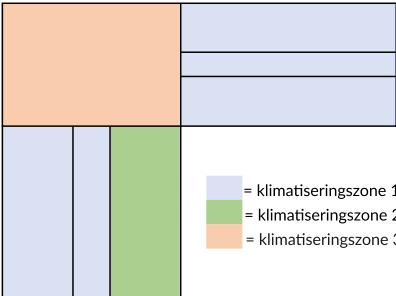
Stap 3.2: gangzones toewijzen aan klimatiseringszone (voor onderste gangzone geldt vrije keuze, keuze vastleggen in projectdossier)



Stap 3.1: aanduiding van de verschillende systemen: bepalen van de klimatiseringszones

Klimatiseringssysteem 3		Klimatiseringssysteem 1
Overstort vanuit aanliggend		Overstort vanuit aanliggend
Klimatiseringssysteem 1		Klimatiseringssysteem 1
Klimatiseringssysteem 1	Overstort vanuit aanliggend	Klimatiseringssysteem 2

Stap 3.2: (variant) onderste gangzone naar rato verdelen



Afb. 6.3 Voorbeeld van de indeling van het gebouw – stap 3

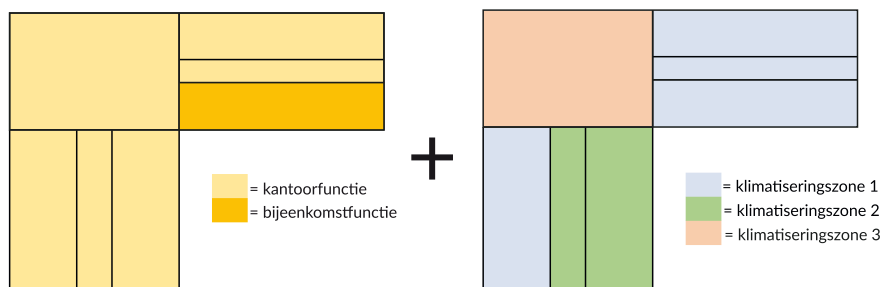
6.5 INDELEN IN REKENZONES

Een klimatiseringszone kan uit één of meerdere rekenzones bestaan. De rekenzone bestaat uit minimaal één gebruiksfunctie.

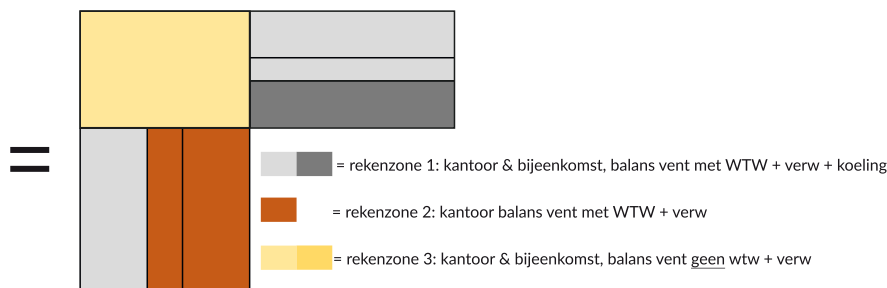
Voorbeeld: rekenzones

Je splitst een gebouw in twee rekenzones als bijvoorbeeld een gebouw bestaat uit één klimatiseringszone maar de eerste twee bouwlagen van het gebouw bestaan uit betonnen wanden en betonnen vloeren en de derde bouwlaag is staalframebouw. De derde bouwlaag is er later opgezet.

Stap 4: indeling in rekenzones



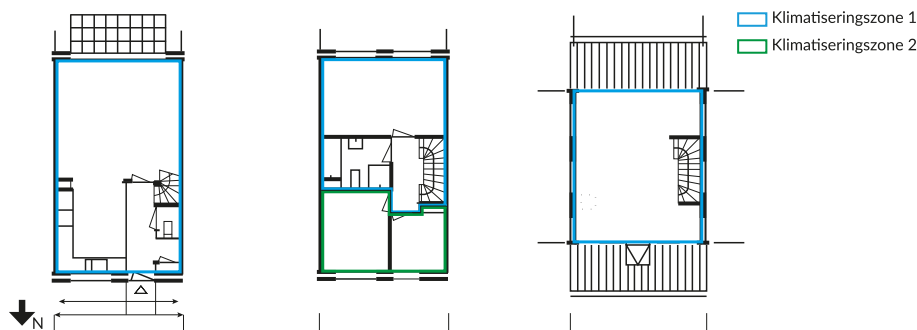
Dit leidt tot indeling in rekenzones (o.b.v. de situatie waar de onderste gangzone volledig aan klimatiseringszone 2 is toegewezen)



Afb. 6.4 Voorbeeld van de indeling van het gebouw – stap 4

Voorbeeld: toebedeling niet geklimatiseerde ruimten

Als een niet geklimatiseerde ruimte aan twee klimatiseringszones grenst, reken je de ruimte toe aan de klimatiseringszone zonder koeling, rekening houdend met een zo logisch mogelijke indeling. In het voorbeeld in afb. 6.5 zijn in de woning één verwarmingssysteem en één ventilatiesysteem aanwezig. Er is een aparte, lokale koelinstallatie voor twee slaapkamers aan de voorzijde op de eerste verdieping van de woning. In elke verblijfsruimte zijn radiatoren aanwezig. In de badkamer is geen verwarmingssysteem aanwezig. De verkeersruimten worden indirect verwarmd. Het aantal verschillende initiële combinaties verwarming, koeling en ventilatie is twee. De badkamer en de gang worden toebedeeld aan de klimatiseringszone zonder koeling. Dit is klimatiseringszone 1 (blauwe kader).



Afb. 6.5 Voorbeeld indeling woning

7 ALGEMENE GEGEVENS

Dit hoofdstuk gaat dieper in op de gegevens die worden opgenomen van de rekenzone en de thermische schil van de rekenzone.

- Paragraaf 7.1 gaat in op de algemene gegevens van het gebouw;
- Paragraaf 7.2 gaat in op de algemene gegevens van de rekenzone.

7.1 BEPALEN ALGEMENE GEGEVENS GEBOUW

Paragraaf 7.1.1 gaat over gebouwtype en woningpositie van woningen en woongebouwen. Voor specifiek utiliteitsgebouwen verwijzen we naar ISSO-publicatie 75.1 [1].

7.1.1 Gebouwtype en woningpositie

Woningtype

Je komt verschillende soorten woningen tegen:

- Eengezinswoningen: een gebouw met daarin de woonfunctie bestemd voor slechts één huishouden waarbij de toegang aan het aansluitende terrein ligt (en dus niet via een gemeenschappelijke verkeersroute kan worden bereikt);
- Woongebouw: gebouw of gedeelte daarvan met meer dan één woonfunctie (en nevenfuncties van de woonfuncties), waarin meer dan één woonfunctie ligt die is aangewezen op een gemeenschappelijke verkeersroute;
- Woning in woongebouw (appartement);
- Woningen met een 'andere logiesfunctie', niet in een logiesgebouw gelegen (vakantiewoning);
- Woonboot:
 - Met bestaande ligplaats tot 2018;
 - Met nieuwe ligplaats vanaf 2018.
- Woonwagen.

Opmerkingen:

- Beneden-bovenwoningen (BeBo) betreffen een bijzondere categorie gestapelde woningbouw. Dit zijn woningen in een woongebouw. De woningen kunnen zowel een gezamenlijke verkeersruimte, als ieder een eigen toegang aan de straat hebben;
- Een gebouw waarbij één woning (deels) (dus geen stapeling van woningen) boven een rekenzone met een andere gebruiksfunctie (bijvoorbeeld winkel of praktijkruimte) met een gebruiksoppervlakte groter dan 50 m² is gelegen, met een toegang aan de straat, dan is dit een eengezinswoning.

Opmerking:

Bij twijfel of een woning een eengezinswoning is, of een woning in een woongebouw (appartement), kan als handvat de aanwezigheid van een VVE worden gehanteerd: als die er is, dan is er sprake van een woning in een woongebouw.

Woningpositie

Bij eengezinswoningen kom je de volgende woningposities tegen:

- Vrijstaand;
- Twee-onder-één-kap;
- Woning tussenligging;
- Woning hoekligging.

Vrijstaande woning:

- Een vrijstaande woning is een eengezinswoning waarvan de scheidingsconstructies niet grenzen aan de rekenzone van een ander gebouw;

- Een woning die via een berging of garage is verbonden met een andere woning wordt ook beschouwd als vrijstaand.

Twee-onder-één-kap:

- Een twee-onder-één-kapwoning is een woning waarvan het hoofdgebouw is verbonden met het hoofdgebouw van één andere, gelijksoortige woning (niet zijnde een tussenwoning);
- Ook wanneer de woningen elk een afzonderlijke dakconstructie hebben, vallen deze onder de definitie van de twee-onder-één-kapwoning;
- Een twee-onder-één-kapwoning kan ook voorkomen als een geschakelde variant. In dat geval grenzen de muren van aanbouwen gedeeltelijk aan (aanbouwen van) andere woningen;
- Bij een twee-onder-één-kapwoning zijn er precies twee woningen die direct aan elkaar grenzen. Als het er meer zijn, behoren deze woningen tot de tussen- of hoekwoningen.

Woning tussenligging (zie afb. 7.1):

- Een rijwoning met tussenligging, oftewel tussenwoning is een eengezinswoning die grenst aan ten minste twee andere naastgelegen eengezinswoningen;
- Ook de woning die de hoek vormt van een gesloten bouwblok (twee reeksen woningen zijn verbonden met elkaar) is een tussenwoning;
- Een woning waarvan de muren of tussenmuren van aanbouwen gedeeltelijk aan (aanbouwen van) andere woningen grenzen (ook wel een geschakelde woning genoemd), is ook een tussenwoning;
- De hoogte van de woningen is niet van belang bij het bepalen van het type. Een woning die hoger is dan de twee burens, geldt toch als een tussenwoning.



Afb. 7.1 Woning tussenligging (A en B)

Woning hoekligging (zie afb. 7.2):

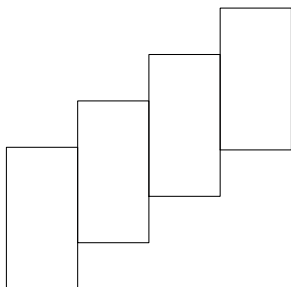
- Een rijwoning met hoekligging, oftewel hoekwoning is een eengezinswoning die uitsluitend grenst aan één tussenwoning;
- De hoekwoning ligt op het begin of einde van de reeks woningen. In sommige gevallen heeft de woning (extra) grond aan de zijkant;
- Een halfvrijstaande woning behoort ook tot de hoekwoningen. Dit is een woning waarvan het hoofdgebouw is verbonden met een ander object dat geen woning is, of waarvan het hoofdgebouw verbonden is met het hoofdgebouw van een niet-gelijksoortige en -gelijkvormige woning;
- De hoekwoning is ook de restcategorie voor de eengezinswoningen. Als een woning niet bij een ander type kan worden ingedeeld, behoort de woning tot de categorie hoekwoning.



Afb. 7.2 Woning hoekligging (C)

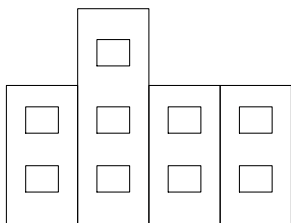
Voorbeelden woningposities individuele woningen

Afb. 7.3 toont de plattegrond van vier woningen. De middelste woningen grenzen aan twee buurwoningen en zijn daarom tussenwoningen. De buitenste twee woningen zijn hoekwoningen.



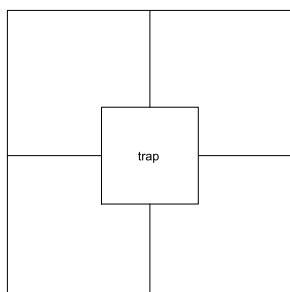
Afb. 7.3 Verspringende woningen

Afb. 7.4 toont het vooraanzicht van een viertal woningen. De tweede woning geldt als tussenwoning, hoewel zijn hoogte verschilt van de buurwoningen.



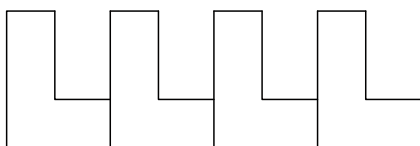
Afb. 7.4 Woningen met verschillende hoogten

Afb. 7.5 toont vier appartementen op een tussenverdieping die een trappenhuis omsluiten. Deze appartementen zijn alle vier hoekappartementen.



Afb. 7.5 Appartementencomplex met plattegrond

Afb. 7.6 toont een viertal eengezinswoningen. De middelste woningen grenzen aan twee buurwoningen en zijn daarom tussenwoningen. De overige twee (buitenste) woningen zijn hoekwoningen.



Afb. 7.6 Eengezinswoningen met aparte plattegrond

Voorbeelden woningpositie van woningen in een woongebouw

De volgende type woningposities kom je tegen:

1. Appartement tussen midden;
2. Appartement tussen vloer;
3. Appartement tussen dak;
4. Appartement tussen dak vloer;
5. Appartement hoek midden;
6. Appartement hoek vloer;
7. Appartement hoek dak;
8. Appartement hoek dak vloer.

In afb. 7.7 zijn 8 appartementen weergegeven in een woongebouw. De nummers van bovenstaande opsomming komen overeen met de nummers in de woningposities.

7	3	7
5	1	5
5	1	5
6	2	2

7	3	7
6	2	6

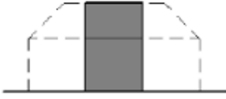
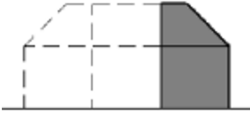
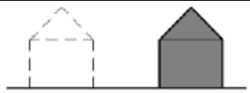
Afb. 7.7 Woningposities in woongebouwen

7.1.2 Daktype

Bij eengezinswoningen kom je de volgende daktypen tegen:

1. Hellend dak of puntdak;
2. Gedeeltelijk plat dak (minimaal 50% plat dak, geldt alleen voor vrijstaande woningen);
3. Plat dak.

Hierbij kijk je naar het daktype van het hoofdgebouw. Dakkappen, uitbouwen vallen buiten de beschouwing.

	Hellend dak	Deels plat dak	Plat dak
Tussenligging		X	
Kop-, eind- of hoekligging		X	
Vrijstaand			

Afb. 7.8 Dakconstructies

7.1.3 Bouwjaar

Je hebt het bouwjaar nodig om de thermische eigenschappen van het gebouw te kunnen bepalen. Denk bijvoorbeeld aan isolatie van een gebouw of voor de bepaling van de luchtvolumestroom voor infiltratie. De reden hiervoor is dat je niet altijd kan achterhalen of er isolatie in het gebouw zit of in welke mate het gebouw lekdicht is. Het bouwjaar kun je terugvinden op de aanvraag van de omgevingsvergunning (bouwvergunning) van het betreffende gebouw of gebouwdeel. Het kan zijn dat het bouwjaar niet bekend is. Dan kun je informatie halen uit het jaar van de verstrekking van de bouwvergunning of het jaar van oplevering terugvinden bij het kadaster (BAG).

7.1.4 Renovatiejaar

Het jaartal van volledige renovaties kom je tegen in BAG. Het renovatiejaar vormt dan het bouwjaar. Het renovatiejaar kan je, onder voorwaarden, gebruiken voor het bepalen van de infiltratie en de R_c waarden.

Het komt voor dat het renovatiejaar van toepassing is, maar dat je het jaartal niet kan achterhalen.

Bijvoorbeeld: Het bouwjaar van een gebouw is 1965. Na die tijd kom je er achter dat energiebesparende bouwkundige maatregelen zijn getroffen. Maar je kan niet achterhalen in welk jaar dat is geweest. In dit geval houden we 1970 aan als jaar van de energiebesparende bouwkundige maatregelen. Een en ander is afhankelijk van de jaarklassen zoals aangegeven in het opnameprotocol.

Als het renovatiejaar van toepassing is, maar je weet dat het volledige dak en de volledige gevel van het gebouw in verschillende perioden zijn geïsoleerd, dan is het jaar van het dak leidend. Bijvoorbeeld: bij de gevels zijn in 1984 energiebesparende maatregelen uitgevoerd en bij het dak is dat in 1992 uitgevoerd. Als renovatiejaar hou je dan 1992 aan.

7.1.5 Infiltratie

Met betrekking tot infiltratie ga je na of er meetresultaten aanwezig zijn van blowerdoortests.



Afb. 7.9 **Blowerdoortest** (bron: <https://verduurzaamwoning.nu/>)

Van de blowerdoortest worden meetrapporten gemaakt. Je herkent deze meetrapporten door de aanwezigheid van de volgende gegevens in het rapport:

- Adres van het betreffende gebouw;
- Persoon of bedrijf die/dat de meting heeft uitgevoerd;
- Meting is uitgevoerd conform de NEN 2686 [20];
- Datum van de meting;
- De gemeten $q_{v,10}$ -waarde in $\text{dm}^3/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$.

Je hoeft niet elke woning apart door te meten. Dit hangt af van in welke mate de woningen gelijk zijn aan elkaar. Hierna drie voorbeelden van de minimale hoeveelheid woningen waarvan je meetgegevens nodig hebt:

Voorbeeld 1

Er zijn 3 appartementengebouwen in hetzelfde project gerenoveerd. Elk appartementengebouw bestaat uit 5 bouwlagen met 6 gelijke woningen per bouwlaag. De 90 woningen zijn onderverdeeld in 3 blokken, die elk bestaan uit 30 woningen. Er zijn 6 hoekwoningen dak, 18 hoekwoningen tussen verdieping, 6 hoekwoningen onderste bouwlaag, 12 tussenwoningen dak, 36 tussenwoningen tussen verdieping en 12 tussenwoningen onderste bouwlaag. In het project van totaal 90 woningen wordt dus in 12 woningen een steekproef gedaan voor het toepassen van de infiltratiewaarde volgens de $q_{v,10}$ -metingen.

In het geval dat de woningen door twee aannemers worden gebouwd: aannemer A bouwt 1 blok en aannemer B bouwt 2 blokken. Dan worden van aannemer A minimaal 3 hoekwoningen en 4 tussenwoningen gemeten, van aannemer B worden minimaal 4 hoekwoningen en 5 tussenwoningen gemeten.

Voorbeeld 2

In een project worden 200 grondgebonden woningen gebouwd. De 200 woningen zijn onderverdeeld in 20 blokken, die elk bestaan uit 10 woningen. Er zijn 40 hoekwoningen en 160 tussenwoningen, dus bij 4 hoekwoningen en bij 16 tussenwoningen voer je een meting uit. In het geval dat de woningen door twee aannemers worden gebouwd: aannemer A bouwt 15 blokken en aannemer B bouwt 5 blokken. Dan worden van aannemer A 3 hoekwoningen en 12 tussenwoningen gemeten, van aannemer B worden 1 hoekwoning en 4 tussenwoningen gemeten.

Voorbeeld 3

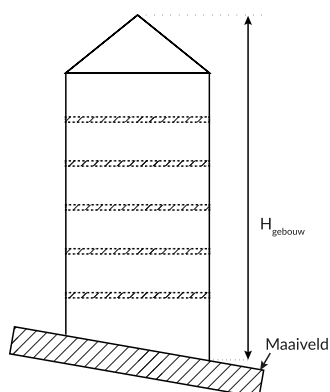
In een project worden 10 grondgebonden woningen gebouwd in 2 woonblokken. Er zijn 4

hoekwoningen en 6 tussenwoningen. Je meet van elk type een woning, dus er wordt 1 hoekwoning en 1 tussenwoning gemeten.

7.1.6 Gebouwhoogte

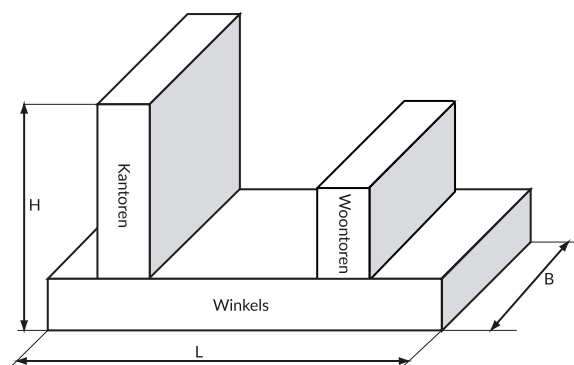
De gebouwhoogte bereken je door het hoogteverschil tussen het maaiveld en het hoogste punt als buitenafmeting van het gebouw te nemen. Je kunt ook het aantal bouwlagen tellen en dit vermenigvuldigen met de bouwlaaghoogte waarbij de bouwlagen allemaal even hoog zijn. Ook als een bouwlaag een andere gebruiksfunctie heeft, dan kun je deze bouwlaag nog steeds meetellen voor de gebouwhoogte.

Je meet dus van het diepste punt van het maaiveld tot het hoogste punt van het gebouw. Zie afb. 7.10.

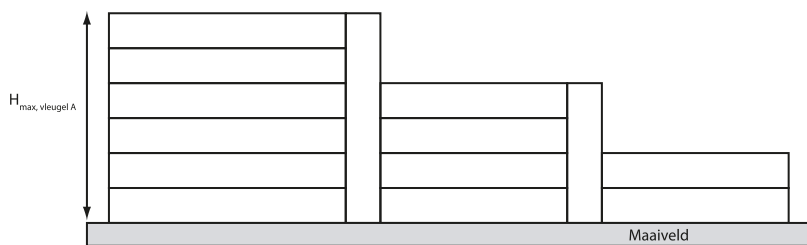


Afb. 7.10 Bepalen van de gebouwhoogte

Als het gebouw (van dezelfde eigenaar) uit meerdere vleugels bestaat met verschillende gebouwhoogtes, dan gebruik je de grootste gebouwhoogte. Zie afb. 7.11 en 7.12.



Afb. 7.11 Gebouwhoogte



Afb. 7.12 Gebouw met verschillende gebouwwleugels

Aantal woonfuncties

Het aantal woonfuncties is in principe gelijk aan het aantal woningen in een gebouw:

- Bij een eengezinswoning, woonwagen, drijvende woning of een vakantiewoning (niet in een woongebouw gelegen) is het aantal woonfuncties één;
- Bij een woongebouw met meerdere zelfstandige eenheden is het aantal woonfuncties gelijk aan het aantal zelfstandige eenheden (= aantal woningen);

- In een woongebouw met meerdere, niet-zelfstandige eenheden, voor bijvoorbeeld kamergewijze verhuur of woonzorggebouw, is het aantal woonfuncties gelijk aan het aantal units dat een gezamenlijke badkamer, keuken en/of toilet deelt.

Hierna geven we 3 voorbeelden.

Voorbeeld 1

Woongebouw met zelfstandige woonfuncties, zie afb. 7.13. Het aantal woningfuncties is **8**, het zijn tenslotte allemaal zelfstandige woonfuncties.

Woning 1	Woning 5
Woning 2	Woning 6
Woning 3	Woning 7
Woning 4	Woning 8

Afb. 7.13 Plattegrond woongebouw met zelfstandige woonfuncties

Voorbeeld 2

Woongebouw met kamergewijze verhuur (zelfstandige en niet-zelfstandige wooneenheden), zie afb. 7.14. Het aantal woonfuncties is **3** (twee zelfstandig en zes niet-zelfstandig met één gezamenlijke badkamer en keuken).

Zelfstandige wooneenheid 1		Zelfstandige wooneenheid 2	
Niet-zelfstandige wooneenheid 1	Gezamenlijke badkamer en keuken	Niet-zelfstandige wooneenheid 2	
Niet-zelfstandige wooneenheid 3		Niet-zelfstandige wooneenheid 4	
Niet-zelfstandige wooneenheid 5		Niet-zelfstandige wooneenheid 6	

Afb. 7.14 Plattegrond woongebouw met kamergewijze verhuur, 3 woonfuncties

Voorbeeld 3

Woongebouw met kamergewijze verhuur (zelfstandige en niet-zelfstandige wooneenheden), zie afb. 7.15. Het aantal woonfuncties is **6** (twee zelfstandige en acht niet-zelfstandige wooneenheden).

Voor de niet-zelfstandige wooneenheden geldt:

- Niet-zelfstandige wooneenheid 1 en 2 hebben een gezamenlijke badkamer en keuken (samen één woonfunctie);
- Niet-zelfstandige wooneenheid 3 en 4 hebben beiden een eigen keuken en een gezamenlijke badkamer (samen één woonfunctie);
- Niet-zelfstandige wooneenheid 5 en 6 hebben beiden een eigen badkamer en een gezamenlijke keuken (samen één woonfunctie);
- Niet-zelfstandige wooneenheid 7 en 8 hebben beiden een eigen badkamer en keuken en een gezamenlijk toilet (samen één woonfunctie).

Zelfstandige wooneenheid 1		Zelfstandige wooneenheid 2	
Niet-zelfstandige wooneenheid 1	Gezamenlijke badkamer en keuken (1 en 2)	Niet-zelfstandige wooneenheid 2	
Niet-zelfstandige wooneenheid 3	Gezamenlijke badkamer (3 en 4)	Niet-zelfstandige wooneenheid 4	
Niet-zelfstandige wooneenheid 5	Gezamenlijke keuken (5 en 6)	Niet-zelfstandige wooneenheid 6	
Niet-zelfstandige wooneenheid 7	Gezamenlijk toilet (7 en 8)	Niet-zelfstandige wooneenheid 8	

Afb. 7.15 Plattegrond woongebouw met kamergewijze verhuur, 6 woonfuncties

Opmerking:

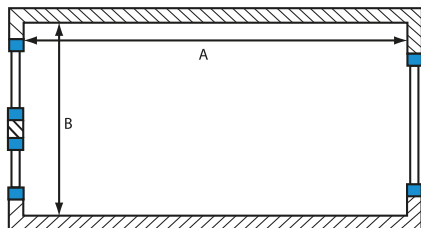
Als vier niet-zelfstandige eenheden één keuken delen, en per twee niet-zelfstandige eenheden is er een gezamenlijke badkamer/toilet dan is het aantal wooneenheden in dat woongebouw vier en het aantal woonfuncties één: er is immers één badkamer/toilet per twee niet-zelfstandige eenheden en één keuken per vier niet-zelfstandige wooneenheden.

7.2 BEPALEN ALGEMENE REKENZONEGEGEVENS

7.2.1 Gebruiksoppervlakte

Om een energieprestatieberekening te kunnen uitvoeren, bereken je de gebruiksoppervlakte voor de energieprestatieplichtige gebouwdelen. Hierbij zijn deze gebouwdelen aangesloten op dezelfde installatie als de rekenzone waarvan de energieprestatie wordt bepaald. Je hebt de totale gebruiksoppervlakte nodig om de collectieve systemen voor ruimteverwarming, koeling, warmtapwater en/of PV-systemen naar rato over de gebruiksoppervlakte te verdelen.

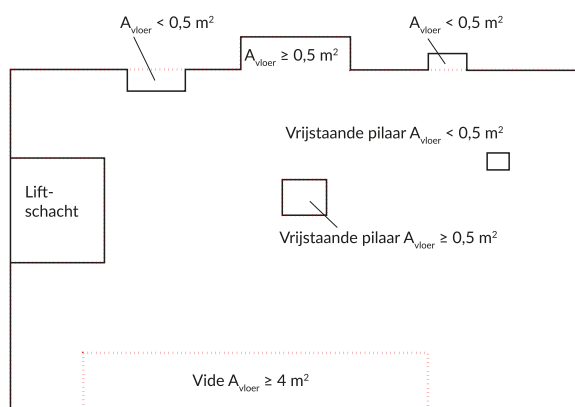
Hoe bepaal je nu de gebruiksoppervlakte van een ruimte? Dit doe je door de oppervlakte te meten op vloerniveau tussen de opgaande scheidsconstructies die de ruimte omhullen. Zie afb. 7.16.



Afb. 7.16 Meten tussen de opgaande scheidsconstructies

Je komt praktijksituaties tegen waarbij ruimten of voorzieningen niet meegerekend hoeven te worden:

- Oppervlakten van delen van vloeren waarboven de netto hoogte minder dan 1,5 meter bedraagt, uitgezonderd vloeren onder trappen, hellingbanen en dergelijke;
- Oppervlakte van ruimten die niet voor mensen toegankelijk zijn;
- Eén of meerdere trapgat(en), schalmgat(en) of vide(s) met een individuele oppervlakte $\geq 4 \text{ m}^2$;
- Een liftschacht;
- Een dragende binnenwand;
- Een vrijstaande bouwconstructie, niet zijnde een trap en leidingschacht, waarvan de individuele horizontale doorsnede $\geq 0,5 \text{ m}^2$;
- Een leidingschacht met een individuele oppervlakte van de horizontale doorsnede $\geq 0,5 \text{ m}^2$;
- Een nis, uitsparing en een uitspringend bouwdeel met een individuele horizontale doorsnede $< 0,5 \text{ m}^2$.



..... Meetlijn gebruiksoppervlakte

Afb. 7.17 Meetlijn voor bepalen van de gebruiksoppervlakte

Toelichting:

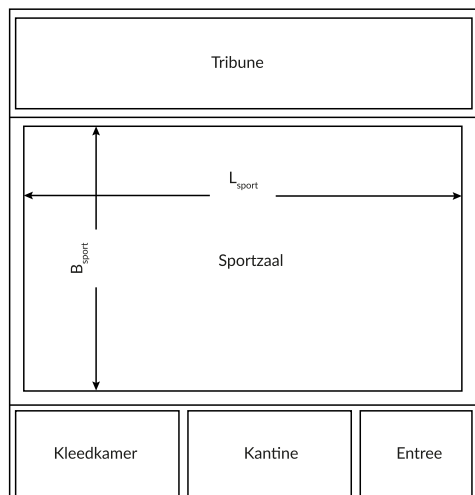
Je berekent de gebruiksoppervlakte op basis van de rode meetlijn in afb. 7.17. Hierbij trek je de oppervlakte van de pilaar met een oppervlakte groter dan $0,5 \text{ m}^2$ af. Je bepaalt de gebruiksoppervlakte op twee decimalen nauwkeurig.

We geven hierna 2 voorbeelden.

Voorbeeld 1: Gebouw met sportfunctie

Je treft een gebouw aan met een sportfunctie. Daarnaast heeft het energieprestatieplichtige deel van het gebouw een totale gebruiksoppervlakte van 1.000 m² of meer. Dan bepaal je de gebruiksoppervlakte van de aanwezige sport- en of zwembaden en het aantal bouwlagen waarop de sport- en/of zwembaden aanwezig zijn.

Als er van een bestaand gebouw alleen wordt gekeken naar een deel van het gebouw, dan betreft de gebruiksoppervlakte alleen de gebruiksoppervlakte van de aanwezige sport- en of zwembaden in het gebouwdeel waarvoor de energieprestatie wordt bepaald.



Afb. 7.18 Berekenen van de gebruiksoppervlakte van de sporthal

De gebruiksoppervlakte van de sportzaal bepaal je met afb. 7.18 als volgt: $L_{sport} \times B_{sport}$. De gebruiksoppervlakte van het gebouw bereken je vervolgens door de gebruiksoppervlakte van de sportzaal, kleedkamer, kantine, entree en de tribune bij elkaar op te tellen.

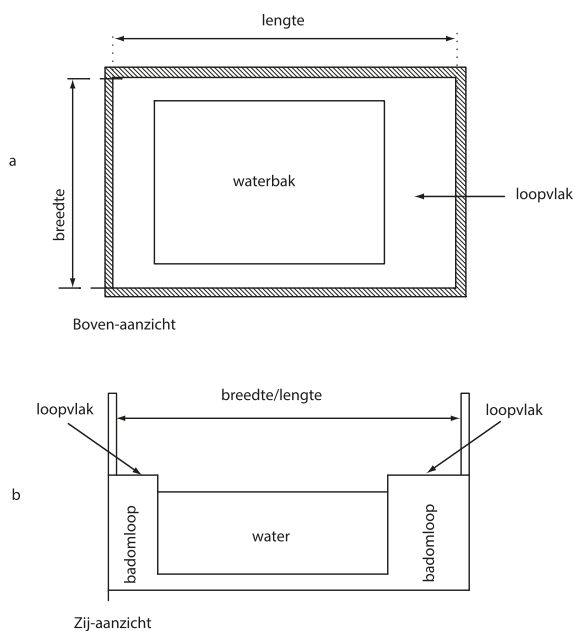
Voorbeeld 2: Bepaling gebruiksoppervlakte van een zwembad

Bij zwembaden zijn er aandachtspunten voor het bepalen van de gebruiksoppervlakte, de vloer als onderdeel van de thermische schil en het ventilatiedebiet bij mechanische toevoer van ventilatielucht:

- Voor de gebruiksoppervlakte hanteer je de volgende regel: ga bij de bepaling van de gebruiksoppervlakte uit van het loopvlak naast het zwembad en het horizontale oppervlak van het zwembad. Dus lengte x breedte. De badomloop behoort tot de technische ruimte en telt dus niet mee;
- Voor de vloer van het loopvlak naast het zwembad en voor de wanden en vloer van de zwembak als thermische schil geldt dat deze aan een verwarmde ruimte grenzen. Daarom worden deze niet opgenomen. Ook als er geen badomloop aanwezig is, beschouw je het loopvlak naast het zwembad en de wand en de vloer van de zwembak niet als thermische schil.

Opmerking:

Een badomloop is een technische ruimte gelegen naast de zwembak en onder het loopvlak dat zich naast het zwembad (perron) bevindt. In sommige gevallen loopt de badomloop door onder de zwembak. De badomloop beschouw je als aangrenzende verwarmde ruimte.



Afb. 7.19 Gebruiksoppervlakte zwembad, zij- en bovenaanzicht

7.2.2 Aantal bouwlagen

Om de energieprestatie te bepalen heb je het aantal bouwlagen nodig. Een bouwlaag kun je herkennen als een laag met een vrije hoogte van minimaal 1,5 meter. Ruimten met een verschillend vloerniveau reken je tot de eronder grenzende bouwlaag als het hoogteverschil met de vloer van die bouwlaag kleiner is dan 1,5 meter.

7.2.3 Specifieke interne warmtecapaciteit

Voor het bepalen van de specifieke interne warmtecapaciteit heb je informatie nodig over het type bouwwijze. De volgende typen bouwwijzen kom je tegen:

- Een lichte bouwwijze: dit is een bouwwijze met:
 - Vloeren: houten vloeren, houtskeletbouw (hsb) vloeren, of een staalframebouw (sfb) vloeren of vloeren die aan de binnenzijde zijn geïsoleerd.
 - Wanden: Houtskeletbouw, staalframebouw, staalskeletbouw en wanden die aan de binnenzijde zijn geïsoleerd. Bij het laatste maakt het type wanden niet uit. Je spreekt van dan van een lichte constructie omdat door de isolatie de warmte niet opgeslagen kan worden in de constructie. De isolatie aan de binnenzijde houdt namelijk de warmte tegen;
- Een zware bouwwijze:
 - Vloeren: Staal-beton vloeren, niet-massieve betonnen vloeren zoals kanaalplaatvloeren en cassettevloeren.
 - Wanden: Dragend metselwerk, betonnen kolom-ligger constructie.
- Een zeer zware bouwwijze:
 - Vloeren: Massieve betonnen vloeren
 - Wanden: Betonnen wand-vloer skeletbouw.

Door te tikken op de wanden kun je bepalen of een constructieonderdeel in de lichte of (zeer) zware categorie valt. De lichte constructie klinkt hol als je hierop tikt. Maar: Indien massieve constructies aan de binnenzijde zijn voorzien van isolatiemateriaal, klinken ze ook als lichte materialen.

Tips voor het herkennen van bouwkundige constructies

Voor het bepalen van de gebruiksoppervlakte van de vloer is het van belang te weten welke scheidingswanden dragende wanden zijn. Hierna volgt informatie die de EP-adviseur helpt bij het herkennen van dragende scheidingswanden.

Primaire draagrichting:

Of een scheidingswand dragend is, kan je afleiden uit de primaire draagrichting van een gebouw. Dit wil zeggen: de weg waarlangs de krachten naar de fundering worden overgebracht.

Het afdragen van krachten naar de fundering kan op een aantal manieren plaatsvinden:

- Via een stelsel van balken en kolommen (skeletbouw);

- Via dragende wanden.

Dragende wanden:

Bij een draagsysteem van vloeren en dragende wanden kunnen scheidingswanden een dragende of ondersteunende functie hebben. De vloer draagt de belasting over op de wanden waarop de vloer is opgelegd. Als de overspanning te groot wordt, is het noodzakelijk de vloer op een of meer extra punten te ondersteunen. Dit kan gebeuren via een dragende scheidingswand. Deze wand bezit dan behalve een scheidende functie ook een dragende of ondersteunende functie.

Maximale overspanningen bij verschillende vloersystemen:

- Gewapende betonvloer: 6 m;
- Kanaalplaatbeton: 10 m;
- Ribbenvloer: 15 m;
- Staalplaatbetonvloer: 6 m;
- Houtenbalkenvloer: 6 m.

Vuistregels:

Je kunt veronderstellen dat gemetselde of steenachtige scheidingswanden met een dikte ≥ 15 cm een dragende (of ondersteunende) functie hebben.

Wanden die van een licht materiaal (hout/gips/gasbeton) zijn vervaardigd (over het algemeen holklinkend en van plaatmateriaal) kun je beschouwen als niet-dragend.

Gevelmetselwerk spouw:

Kenmerken van gevelmetselwerk met spouw zijn: bouwjaar, metselverband, diktes van het metselwerk en plaats van het kozijn. Een beschrijving van deze elementen staat hieronder.

Bouwjaar kantoren:

Spouwmuren komen voor bij kantoorgebouwen vanaf circa 1930. Sinds 1975 hebben spouwmuren isolatie.

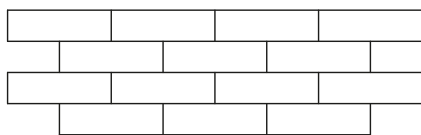
Meergezinswoningen van na 1960:

Eengezinswoningen gebouwd vanaf de jaren dertig. Deze eerste spouwmuren werden nog wel vaak gecombineerd met massieve delen, zoals toepassing van een steens buitenblad.

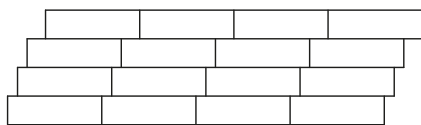
Metselverband:

Het betreft (hoogstwaarschijnlijk) een spouwmuur wanneer:

- Open stootvoegen aanwezig zijn;
- Sprake is van halfsteensverband, klezoorverband of wildverband. Bij gebouwen na 1948 is in het algemeen altijd sprake van halfsteens werk.



Afb. 7.20 Halfsteensverband



Afb. 7.21 Klezoorverband

Opmerking:

Kettingverband, kruisverband en koppenverband wijzen vaak op massief metselwerk zonder spouw.

Diktes van spouwmetselwerk:

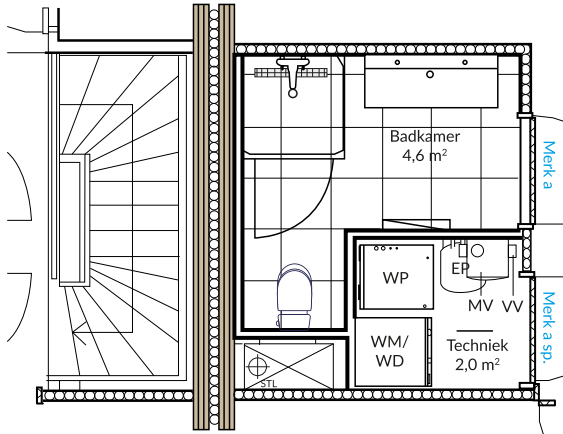
De dikte van een spouwmuurconstructie hangt af van het gebruikte steenformaat en de dikte van de spouw. De dikte van de constructie is op te meten nabij kozijnen en/of deuropeningen.

7.2.4 Leidingdoorvoeren

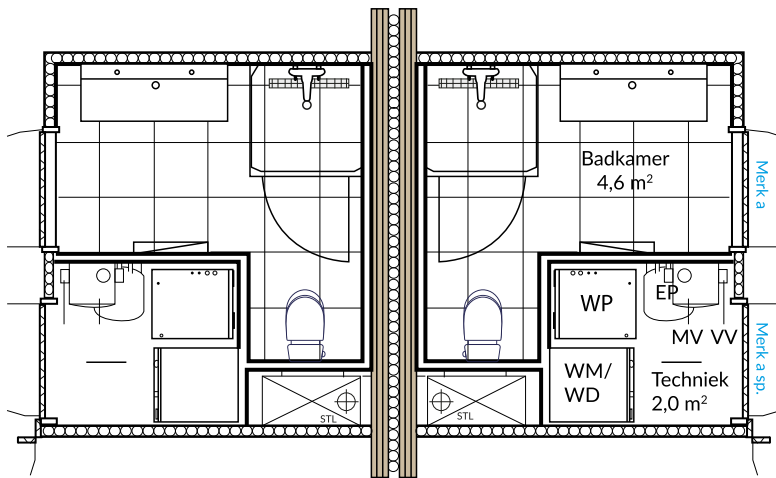
Bij leidingdoorvoeren door de thermische schil gaat het uitsluitend om in pandige afvoer voor hemelwater of standleidingen van riool- of afvalwater en rioolbeluchters of ontluchters. Ventilatiekanalen, elektriciteitsleidingen, CV-leidingen en rookgasafvoerkanalen vallen hier niet onder.

Hieronder volgt een aantal voorbeelden.

Voorbeeld 1: bepalen of leiding gedeeld wordt met aangrenzend verwarmde ruimte of rekenzone



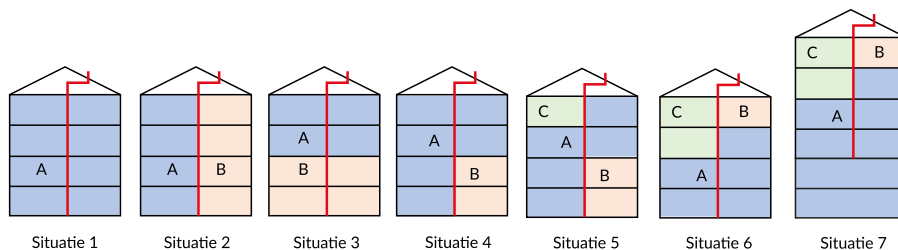
Afb. 7.22 Situatie 1: Schacht achter toilet grenst aan aangrenzende verwarmde ruimte (er vinden warmteverliezen plaats naar de aangrenzende verwarmde ruimte)



Afb. 7.23 Situatie 2: Schacht achter toilet grenst aan andere schacht

Voorbeeld 2: Bepalen van leidingdoorvoeren

Hieronder geven we 7 voorbeelden.



Afb. 7.24 Doorsnedes van 7 situaties met verticale leidingen door verschillende combinaties van rekenzones

De letters A, B en C zijn rekenzones. In tabel 7.1 staat hoe voor elke rekenzone de verdeling naar bouwlagen en rekenzones is.

Tabel 7.1 Voorbeeld verdeling verticale leidingen voor de 7 situaties uit afb. 7.24

Situatie	Rekenzone	Aantal bouwlagen van de rekenzone	Aantal aangrenzende rekenzones waarover het warmteverlies van de verticale leiding wordt verdeeld
1	A	4	1
2	A	4	2
	B	4	2
3	A	2	1
	B	2	1
4	A	4	2
	B	2	2
5	A	4	3
	B	2	2
	C	1	2
6	A	3	2
	B	1	2
	C	2	3
7	A	5	2
	B	1	2
	C	2	3

8 BEPALEN KENMERKEN THERMISCHE SCHIL PER REKENZONE

8.1 BEPALING THERMISCHE SCHIL

De thermische schil scheidt het energieprestatieplichtige (deel) van het gebouw met de buitenomgeving (buitenlucht, grond en/of water), kruipruimten of aangrenzende ruimten/ serres die niet verwarmd zijn.

De thermische schil van de rekenzone kan bestaan uit de volgende bouwdelen:

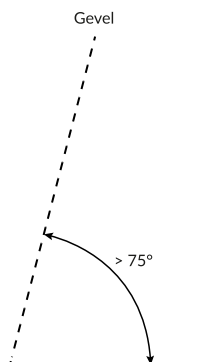
- Gesloten gevels;
- Kozijnwerk, waaronder:
 - Beglazing;
 - Panelen;
 - Deuren.
- Daken;
- Vloeren.

8.2 OPPERVLAKTE CONSTRUCTIES

8.2.1 Gesloten gevels

Gesloten gevels kun je herkennen als dichte constructievlakken die een hellingshoek groter dan 75° ten opzichte van de horizontaal. Wordt de helling kleiner dan beschouw je het als hellend dak.

Verder vallen onder de definitie van een gesloten gevel alle gevelvlakken van een gebouw die niet bestaan uit kozijnwerken. Gevelvlakken die zijn afgewerkt met beplatingen op regelwerken, niet-transparante vliesgevels, prefab gevelelementen en dergelijke zijn gesloten gevels. Vlakken met beplatingen die in kozijnwerk (zichtbare stijlen en/of dorpels) zitten, vallen onder kozijnwerk (paneelconstructies).

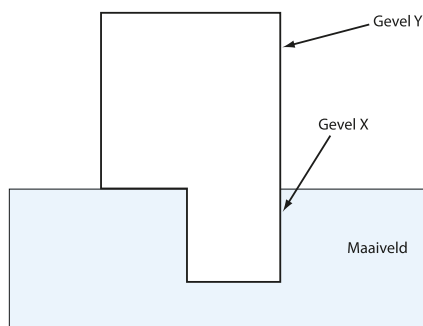


Afb. 8.1 Hellingshoek van gesloten gevels

Verder behoren tot de gesloten gevels:

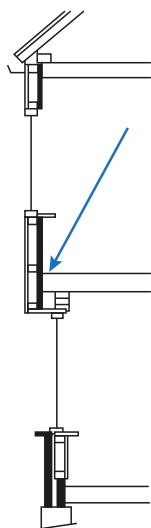
- Gevels bestaande uit paneelconstructies als deze niet in kozijnwerk zijn uitgevoerd;
- Zijwangen van dakkapellen die niet zijn uitgevoerd in een kozijn.

Afb. 8.2 toont een gevel die deels boven het maaiveld en deels onder het maaiveld ligt. Gevel X en gevel Y zijn twee verschillende gevels voor de energieprestatieberekening. Ook als de constructieve opbouw hetzelfde is omdat de begrenzing anders is. Gevel X grenst aan de grond en gevel Y grenst aan de buitenlucht.



Afb. 8.2 Voorbeeld van het splitsen van constructies (doorsnedetekening)

Kleine delen van constructies worden ook meegenomen in het splitsen van constructies. Het ligt voor de hand om de gevel op de begane grond en de gevel op de tweede bouwlaag op te nemen, maar vergeet ook niet om het kleine stukje vloer tussen bouwlaag 1 en 2 dat aan de buitenlucht grenst mee te beschouwen (zie afb. 8.3). De oppervlakte van de overstekende vloer bepaal je eenvoudig door de oppervlakte van de vloer van bouwlaag 2 te bepalen en hier de oppervlakte van de vloer van bouwlaag 1 vanaf te trekken. Dit is alleen van toepassing als de bouwlagen net zo breed zijn en de achtergevels in één lijn lopen.

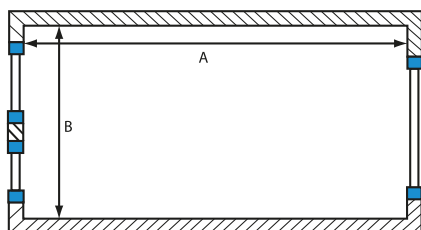


Afb. 8.3 Doorsnede met kleine constructiedelen

Voorbeelden van het bepalen van afmetingen

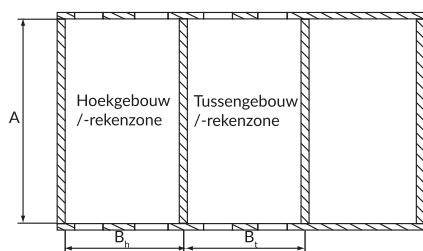
Ga bij vloeren, gevels en daken uit van de afmetingen zoals deze zijn aangegeven in afb. 8.4 t/m 8.9;

- Afmeting A (afb. 8.4) meet je binnenwerks voor de gevel (maten A en B), de vloer en het dak van zowel het hoek- als tussengebouw.



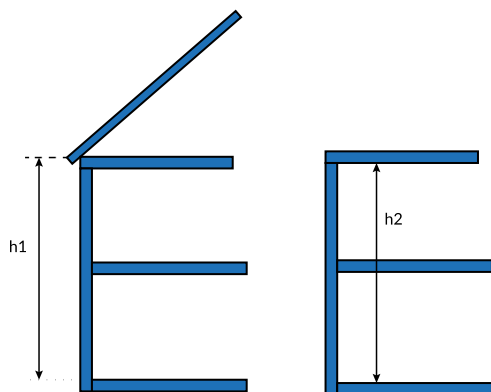
Afb. 8.4 Boven- of zijaanzicht van een vrijstaand gebouw dat bestaat uit één rekenzone

- Afmeting B_h (afb. 8.5) meet je voor de gevel, de vloer en het dak van het hoekgebouw gemeten van de binnenzijde van de buitengevel tot aan de hartmaat van de gebouwscheidende wand.



Afb. 8.5 Bovenaanzicht van een hoek- en tussengebouw

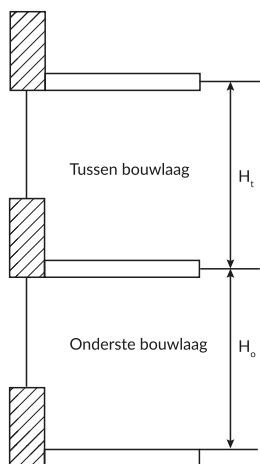
- Afmeting B_t (afb. 8.5) meet je voor de gevel, de vloer en het dak van het tussengebouw gemeten van de hartmaat van de gebouwscheidende wand tot aan de hartmaat van de volgende gebouwscheidende wand. In plaats van gebouw kan je hier ook rekenzone lezen.
- Afmeting H_t (afb. 8.6) meet je voor de gevel binnenwerks, van bovenkant begane grondvloer tot onderzijde dakaansluiting op gevel. Bij een gebouw met een hellend dak is de hoogte dus h_1 . Bij een gebouw met een plat dak (rechter plaatje) geldt als hoogte h_2 .



Afb. 8.6 Afmeting H_t bij plat en hellend dak

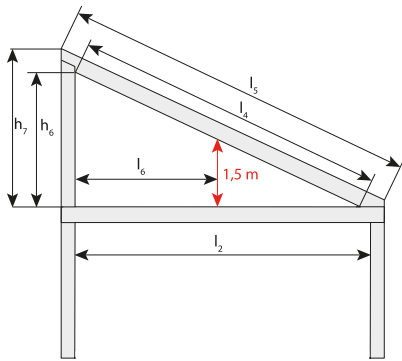
Als in een gebouw meerdere rekenzones boven elkaar liggen, of je bepaalt de energieprestatie per gebouwdeel, dan houdt je het volgende aan:

- Voor de onderste rekenzone geldt afmeting H_o (afb. 8.7) voor de gevel van de rekenzone uit het gebouw. Deze wordt gemeten van de bovenkant van de vloer tot aan de hartmaat van de rekenzone-scheidende vloer;
- Voor de rekenzone op de tussen-bouwlaag geldt afmeting H_t (afb. 8.7) voor de gevel van de rekenzone uit het gebouw. Deze wordt gemeten van de hartmaat rekenzone-scheidende vloer tot aan de hartmaat van de volgende rekenzone-vloer;
- Voor de rekenzone onder het dak van het gebouw is de afmeting afhankelijk van de vraag of het gebouw een plat dak of een hellend dak heeft, zie afb. 8.6.



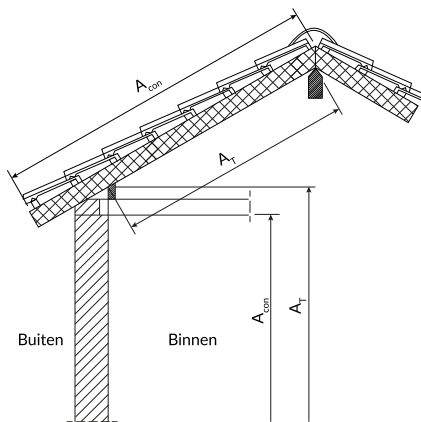
Afb. 8.7 Doorsnede gebouw

- Bij schuine wanden of daken ga je uit van de afmetingen aan de binnenzijde. Bijvoorbeeld: Bij een lessenaardak (afb. 8.8) wordt bij de lengte uitgegaan van de binnen-afmetingen (l_4).



Afb. 8.8 Afmeting bij een gebouw met een lessenaardak

- Bij een zadeldak (afb. 8.9) ga je bij de lengte eveneens uit van de binnenafmetingen (A_T).



Afb. 8.9 Afmeting bij een gebouw met een zadeldak

De afmetingen kun je bepalen aan de hand van tekeningen van het gebouw.

8.2.2 Kozijnwerken

Kozijnwerken kun je herkennen als delen van de constructie die worden begrensd door zichtbare stijlen en dorpels. Binnen of op deze begrenzing bevinden zich beglazing, deuren en/of gesloten panelen.

Kozijnen

Hout:

Houten kozijnen herken je aan de profielvorm en aan aanwezigheid van nerf. Hierbij is de moeilijkheid dat ook kunststof kozijnen een houtprofilering kunnen hebben en dat bij geschilderde houten kozijnen is de nagenoeg niet zichtbaar. Daarom is het belangrijk dat je ook kijkt in de revisiegegevens.

Kunststof:

Kunststof kozijnen kun je herkennen aan de brede profielen of voelbaar herkennen aan het gladde kunststof oppervlak en de lassen op de hoekverbindingen. Verder is droge beglazing aanwijzing voor kunststof (maar kan ook hout zijn), losklikbare glaslaten en een verstek in aansluiting hoofdprofiel. Ook hier is het belangrijk om te kijken in de revisiegegevens.

Thermisch onderbroken metalen kozijnen:

Een thermisch onderbroken, metalen kozijn herken je dikwijls aan de aanwezigheid van afwaterings- of ontluchtingsgaten en het ontbreken van kitafdichting. Bij herplaatsing of vernieuwing van beglazing is doorgaans wel kitafdichting toegepast. Ook is bij een geopend raam in de dagkant mogelijk een kunststof onderbreking zichtbaar (als gebruikers last hebben van veel condens op kozijn en vastvriezen van ramen in de winter is er geen thermische onderbreking).



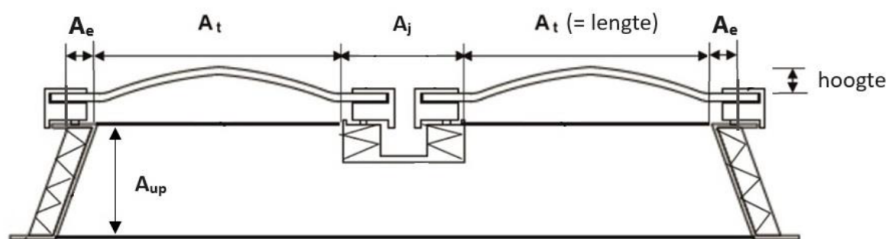
Afb. 8.10 Voorbeeld van een kozijn

Beglazing

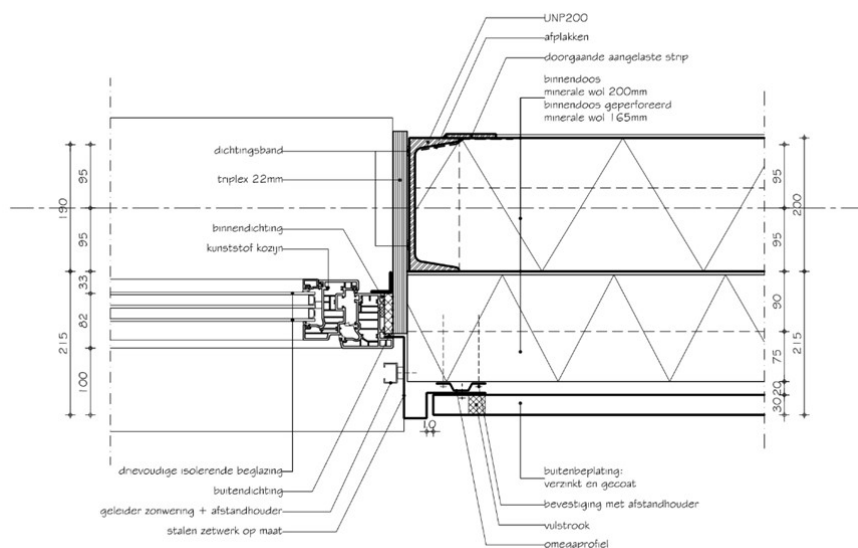
Beglazing kun je herkennen bij de opname als de opvulling binnen de kozijnen, mits deze bestaat uit transparante elementen (zoals glas of polycarbonaat).

Dakkoepels en daklichten

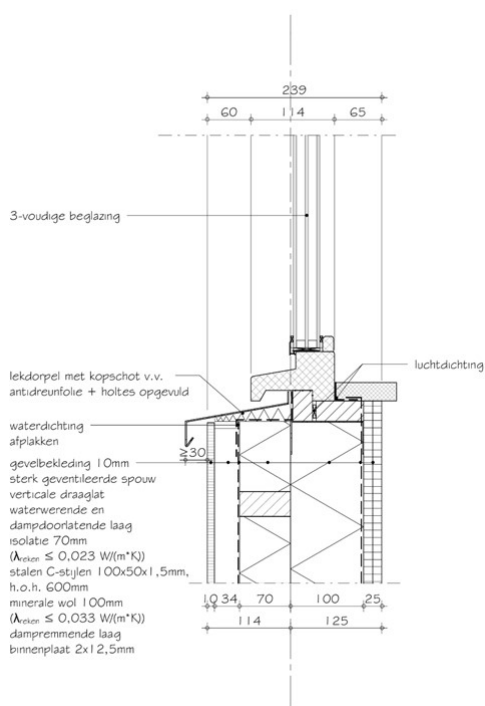
Dakkoepels en daklichten herken je als transparante constructie die in het dakvlak zijn verwerkt.



Afb. 8.11 Daklicht



Afb. 8.12 Referentiedetail dubbelglas



Afb. 8.13 Referentiedetail driedubbele beglazing

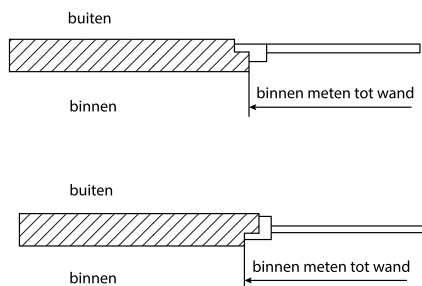
Panelen

Panelen kun je herkennen als vulpanelen in borstweringen van het kozijnwerk. Deze panelen kunnen gevuld zijn met isolatie.

Paneelconstructies die niet in kozijnwerk zijn uitgevoerd, kun je beschouwen als een gesloten gevel.

Het glas en het kozijn, het paneel en het kozijn en de deur en het kozijn worden dan als één constructie beschouwd. In dat geval worden ook de kozijnen bij het opmeten van ramen, panelen en deuren meegenomen. Als een raam zich direct naast een deur en/of paneel bevindt, wordt de helft van het kozijn bij het raam geteld en de andere helft bij de deur en/of paneel. Als er glas, paneel of deur zonder kozijn in een gevel is geplaatst, neem je voor de oppervlakte van de opening de oppervlakte van het glas, paneel of deur op.

Het oppervlak meet je vlakvol in binnenwerkse maten (zie afb. 8.14).



Afb. 8.14 Kozijnwerk binnenmaat

Ventilatioeroosters en suskasten, opgenomen in het kozijn van het raam, neem je mee in de oppervlaktebepaling van het raam.

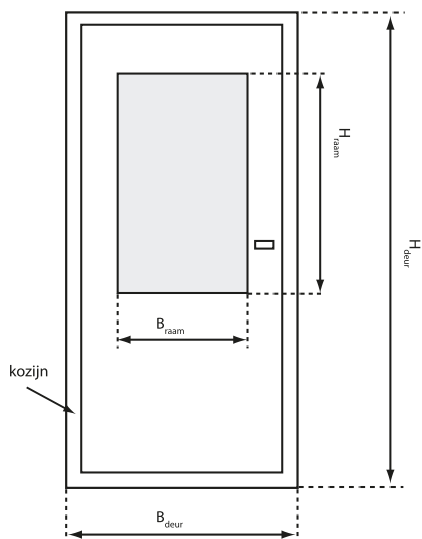


Afb. 8.15 Voorbeeld van een ventilatioerooster boven raam

Deuren

Als een deur bestaat uit minder dan 65% glas bestaat, splitsen we deze in raam en deur. Zie afb. 8.16. Voor het oppervlak van het raam geldt dan de oppervlakte van het zichtbare deel van het glas. Het overige deel beschouw je als deur. Het kozijn, dat meetelt voor de deur, wordt aan de deur toebedeeld. Een deurspion (doorsnede ongeveer 1 cm) wordt niet als glas in een deur beschouwd.

Als een deur bestaat uit 65% glas of meer dan beschouw je de deur als raam.



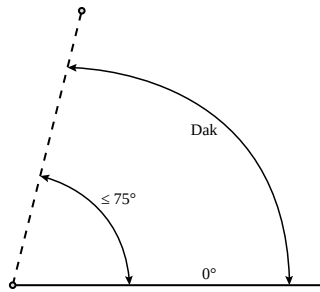
Afb. 8.16 Deur splitsen in raam en deur

8.2.3 Daken

Je herkent een dak als volgt:

- Als de hellingshoek van een constructie kleiner of gelijk is aan 75° ten opzichte van het horizontale vlak is er sprake van een dak;

- Een hellend dak heeft een hellingshoek groter dan of gelijk aan 15° ten opzichte van het horizontale vlak;
- Een plat dak heeft een hellingshoek kleiner dan 15° ten opzichte van het horizontale vlak.



Afb. 8.17 Hellingshoek van daken

8.2.4 Vloeren

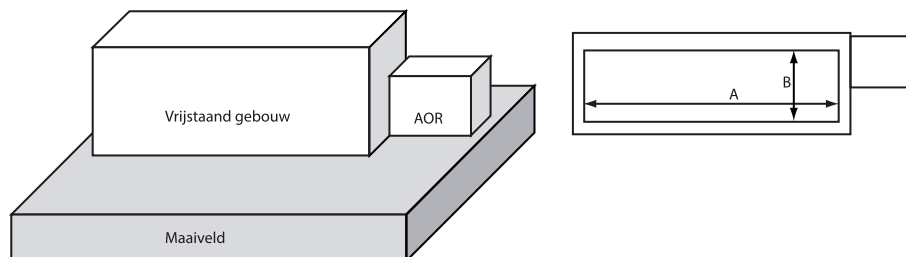
Een vloer is het grondvlak van de rekenzone dat onderdeel is van de thermische schil.

8.3 PERIMETER

Voor de begane grondvloeren die grenzen aan grond, een onverwarmde kelder of kruipruimte, bepaal je de perimeter. Voor keldervloeren gelegen in de rekenzone die grenst aan grond of een kruipruimte, bepaal je ook de perimeter. De perimeter is de binnenwerkse omtrek van de vloer voor zover deze (omtrek) grenst aan buitenlucht of aan een onverwarmde ruimte buiten de thermische schil. Als de begane grondvloer of keldervloer niet tot de rekenzone behoort, of als de wanden niet aan buitenlucht of een onverwarmde ruimte grenzen, is de perimeter niet van toepassing.

We geven hierna 4 voorbeelden.

Voorbeeld 1



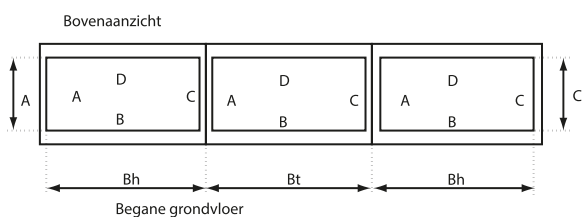
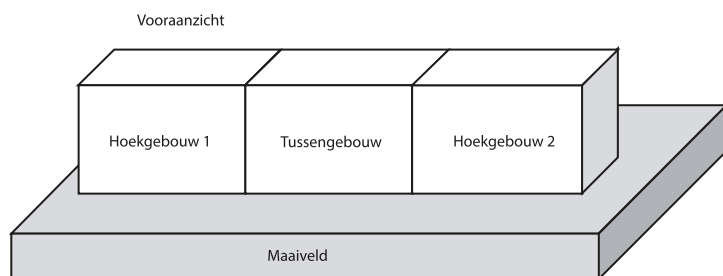
Begane grondvloer vrijstaand gebouw en
aangrenzende onverwarmde ruimte (AOR)

Afb. 8.18 Perimeter vrijstaand gebouw grenzend aan AOR of garage (sterk geventileerde ruimte)

Perimeter vrijstaand gebouw:

- $2 \times A + 2 \times B$ (garage is een sterk geventileerde ruimte).

Voorbeeld 2

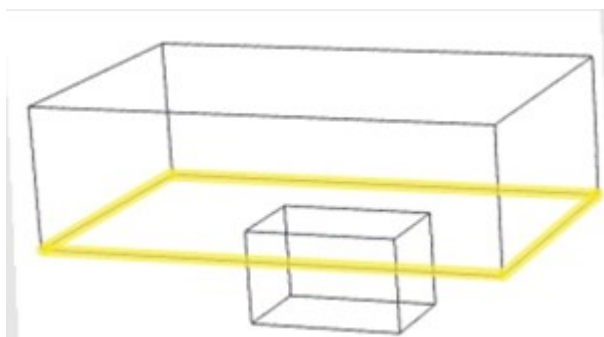


Afb. 8.19 Perimeter bij hoek- en tussengebouwen

Perimeter hoek- en tussengebouw:

- Hoekgebouw 1: de begane grondvloer grenst bij de gevels A, B en D aan de buitenlucht. De perimeter wordt daarmee: lengte zijde $A + B + D$. Lengte (B_h) van gevel B en D voor een hoekgebouw loopt van de binnenzijde van de buitengevel tot aan de hartmaat van de gebouwscheidende wand. Lengte (A) van gevel A wordt binnenwerks gemeten;
- Tussengebouw: de begane grondvloer grenst bij de gevels B en D aan de buitenlucht. De perimeter wordt daarmee: lengtezijde $B + D$. Lengte (B_t) van gevel B en D voor het tussengebouw loopt van de hart maat van de gebouwscheidende wand tot aan de hart maat van de volgende gebouwscheidende wand;
- Hoekgebouw 2: de begane grondvloer grenst bij de gevels B, C en D aan de buitenlucht. De perimeter wordt daarmee: lengtezijde $B + C + D$. Lengte, zie hoekgebouw 1.

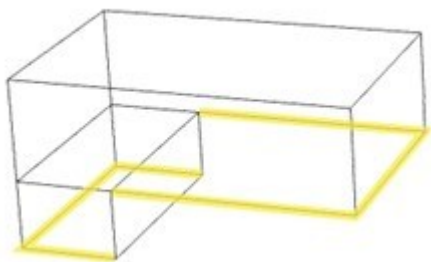
Voorbeeld 3



Afb. 8.20 Perimeter bij verwarmde kelder in de rekenzone

De opgaande wanden van de kelder grenzen niet aan buitenlucht of onverwarmde ruimte. De perimeter is de omtrek van de begane grondvloer. De gele markering geeft de perimeter aan.

Voorbeeld 4



Afb. 8.21 Perimeter bij verwarmde kelder in de rekenzone

Enkele opgaande wanden van de kelder grenzen aan buitenlucht. De perimeter is de omtrek van de begane grondvloer, voor zover deze grenst aan buitenlucht, plus de omtrek van de vloer van de verwarmde kelder, voor zover de opgaande wanden grenzen aan buiten. De gele markering geeft de perimeter aan.

8.4 BEGRENZING

Voor de constructies zijn de volgende begrenzingen mogelijk:

- Buitenlucht of water;
- Aangrenzende onverwarmde ruimte (AOR);
- Aangrenzende onverwarmde serre (AOS);
- Aangrenzende sterk geventileerde ruimte;
- Grond;
- Kruipruimte.

Opmerkingen:

- Een garage is een sterk geventileerde ruimte. Een garage is een ruimte bedoeld voor het stallen van motorvoertuigen (auto's, motoren);
- Een ruimte waarin motorvoertuigen staan opgesteld, is niet altijd een stallingsruimte voor motorvoertuigen. Te denken valt aan een werkplaats, een opslagruimte van motorvoertuigen als handelswaar, een stallingsruimte in een brandweerkazerne of een autoshowroom;
- Constructies grenzend aan een verwarmde ruimte (AVR) zijn geen onderdeel van de thermische schil.

Aangrenzende ruimten

Deze ruimten, die niet tot de thermische zone behoren, kun je als volgt herkennen:

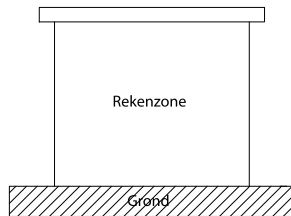
- Aangrenzende verwarmde ruimten (AVR): Deze ruimten kun je herkennen als ruimten die worden verwarmd of gekoeld voor het verblijven van mensen, maar die niet tot de thermische zone behoren. Maar: een aangrenzende ruimte zonder afgiftesysteem en volledig omsloten door verwarmde ruimten (zoals een inpandige gang) is ook een aangrenzende verwarmde ruimte (AVR);
- Aangrenzende onverwarmde ruimten (AOR): Deze ruimten kun je herkennen als ruimten die niet worden verwarmd of gekoeld voor het verblijven van mensen en die niet tot de thermische zone behoren. Als een aangrenzende ruimte niet wordt verwarmd of gekoeld voor het verblijven van mensen, maar het hele jaar rond wel continue sprake is van een de binnentemperatuur van minimaal 15 °C bedraagt, dan mag je die ruimte ook worden aangemerkt aanmerken als een aangrenzende verwarmde ruimte (AVR). Hiervan is sprake als er in de aangrenzende ruimte een productieproces plaatsvindt waarbij warmte vrijkomt. De aanwezigheid van alleen een vorstbeveiliging in de aangrenzende ruimte is onvoldoende om te garanderen dat de binnentemperatuur altijd minimaal 15 °C blijft. Aangrenzende onverwarmde ruimten zijn bijvoorbeeld bergingen, verkeersruimten en dergelijke die niet tot de thermische zone behoren;
- Aangrenzende onverwarmde serres (AOS): Het gaat hierbij om serres, atria en balkon en galerijafsluitingen;
- Aangrenzende sterk geventileerde ruimten: Deze ruimten hebben één of meer niet afsluitbare openingen. Dit zijn bijvoorbeeld garages voor het parkeren van auto's.

Opmerking:

Aangrenzende ruimten kunnen zowel naast-, boven- of onderliggende ruimten zijn.

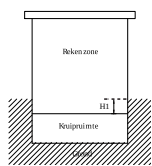
Vloeren en wanden grenzend aan grond of kruipruimte

- Vloeren op of boven maaiveld direct op de grond:



Afb. 8.22 Begane grondvloer grenst aan de grond en buitenwanden grenzen aan buitenlucht

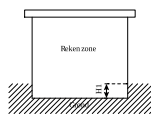
- Vloeren grenzend aan kruipruimten of onverwarmde kelder:



Afb. 8.23 Vloer grenzend aan kruipruimte en buitenwand grenzend aan grond en buitenlucht

De hoogte H_1 meet je tussen de bovenkant van de begane grondvloer en het maaiveld. De hoogte H_1 gebruik je om het oppervlak te bepalen van het deel van de gevel dat aan grond grenst.

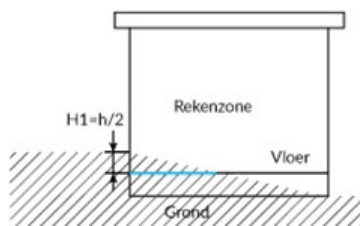
- Vloeren onder maaiveld en gevels grenzend aan grond:



Afb. 8.24 Begane grondvloer en een deel van de buitenwand grenzen aan de grond

H_1 is bovenkant vloer tot maaiveld. Deze geef je bij de wand de hoogte op.

Indien de begane grondvloer gedeeltelijk onder maaiveld ligt (bij een hellend maaiveld), bereken je het deel onder maaiveld ligt (in afb. 8.25 het blauwe deel). Van het deel dat onder maaiveld ligt, bereken je de gemiddelde hoogte onder maaiveld door $H_1 = h/2$.



Afb. 8.25 Deel van de begane grondvloer en de buitenwand grenzend aan de grond

8.5 ORIËNTATIE

De oriëntatie van constructies die deel uitmaken van de thermische schil en grenzen aan buiten neem je mee in de opname. Denk hierbij aan de oriëntatie van gevels, ramen, hellende daken, panelen en deuren.

De hoek is onder andere te bepalen met een tekening, het kadaster of bijvoorbeeld met een kompas. Voor platte daken (horizontaal) is het niet nodig een oriëntatie op te geven.

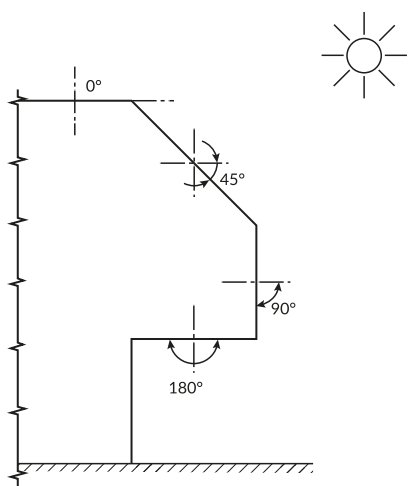
Omdat je vaak de oriëntatie niet nauwkeurig kunt opnemen, gebruik je oriëntatieklassen, zie tabel 8.1:

Tabel 8.1 Oriëntatie en hoek ten opzichte van het noorden

Oriëntatie	Hoek ten opzichte van noord
Noord	337,5°-22,4°
Noordoost	22,5°-67,4°
Oost	67,5°-112,4°
Zuidoost	112,5°-157,4°
Zuid	157,5°-202,4°
Zuidwest	202,5°-247,4°
West	247,5°-292,4°
Noordwest	292,5°-337,4°
Horizontaal	N.v.t.

8.6 HELLINGSHOEK

De hellingshoek is de hoek ten opzichte van de horizontaal. In afb. 8.26 zie je een voorbeeld.



Afb. 8.26 De hellingshoek van de constructies

De hellingshoek ten opzichte van horizontaal wordt opgegeven (0° is horizontaal naar boven gericht, 180° is horizontaal naar beneden gericht, 90° is verticaal). Vloeren in uitwendige scheidingsconstructies hebben altijd een hellingshoek van 165° tot 195° ten opzichte van de horizontaal. Andere naar beneden hellende constructievlakken worden als gevel beschouwd.

8.7 THERMISCHE EIGENSCHAPPEN

In deze paragraaf beschrijven we de middelen om de thermische eigenschappen van de verschillende constructies te kunnen bepalen. Hiertoe tref je transparante bouwdelen aan zoals ramen of niet transparante bouwdelen zoals vloeren, daken en gevels. Verder vallen in het kader van de thermische eigenschappen onder transparante bouwdelen ook: panelen in kozijnwerk, luiken en gesloten deurconstructies. Deze constructies reken je met een U-waarde voor de thermische isolatie.

Naast thermische eigenschappen geef je ook zonwerende eigenschappen van lichtdoorlatende constructies op. Dit zijn bijvoorbeeld ramen. Met lichtdoorlatend bedoelen we dat er zichtbaar licht door de constructie in het gebouw kan komen. Voorbeelden zijn helder glas, melkglas, transparante bouwstenen, polyester en polycarbonaat.

8.7.1 R_c - /U-waarde

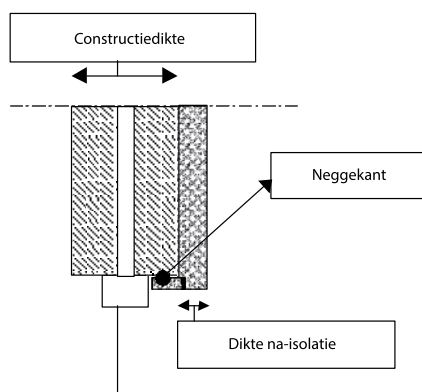
8.7.1.1 Renovatie of later aangebouwd deel

Informatie over dit onderwerp kun je terugvinden in de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2]. Over de herkenbaarheid is het volgende aan te geven:

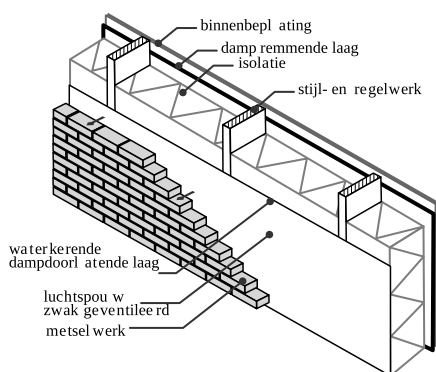
Na-isolatie van een constructie

De aanwezigheid van na-isolatie is als volgt te achterhalen:

- Na-isolatie in de spouw is te herkennen aan boorgaten in de gevel, met name op de kruisingen van lint- en stootvoegen. Soms ook aan uitgehakte stenen in een regelmatig patroon. Wanneer het voegwerk integraal is vervangen, is niet meer te zien of er na-geïsoleerd is. In dat geval kan de EP adviseur informatie bij de bewoner inwinnen en naar de rekening vragen waarop is vermeld dat er na-isolatie in de spouw aanwezig is;
- Na-isolatie aan de buitenzijde is te herkennen aan een verdikking van de gevel dichtbij de kozijnen. Maar wanneer het kozijn geheel is afgewerkt (bijv. met een pleisterlaag) is het lastig de dikte van de na-isolatie te bepalen;
- Wel is dit te schatten door te herleiden wat de muurdikte was zonder isolatie (zie hiervoor de mogelijke muurdiktes van metselwerk). Hieruit kan dan de isolatiedikte worden afgeleid. Dit kan door bijvoorbeeld bij een kozijn de totaaldikte te meten. Van deze totale dikte trek je dan weer de dikte van binnen- en buitenblad en de spouw af. Een inschatting is te maken aan de hand van de opbouw van de muur (zie metselwerk: diktes van spouw en massief metselwerk). Het binnen- en het buitenblad worden hierbij even dik verondersteld. Na deze aftrekking blijft de isolatiedikte over;
- Ook is het mogelijk de muurdikte op andere plaatsen te bepalen, bijvoorbeeld op een plek waar een duidelijke scheiding is te zien tussen constructie en isolatie.
- Als er bij kloppen op pleister (of andere afdekking) een harde en holle klank te horen is, is er vrijwel zeker na-isolatie aanwezig;
- Na-isolatie aan de binnenzijde is vaak zichtbaar bij de aansluitingen op de hoeken en de vloer. Bij plaatsing tijdens de bouw (meestal bij historische panden) kan worden uitgegaan van een spouw met dezelfde dikte. Bij een wand van latere datum is het uitgangspunt voor de dikte van de isolatielaag van de wand: 4 tot 7 cm.



Afb. 8.27 Bepaling van de muurdikte



Afb. 8.28 Spouwconstructie

8.7.1.2 Isolatiematerialen combineren

Informatie over dit onderwerp kun je terugvinden in de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2].

8.7.1.3 Niet-transparante constructies

Thermische eigenschappen vind je over het algemeen terug in de productspecificaties van de leveranciers of fabrikant of in een DoP.

Spouwisolatie (geen na-isolatie) van een constructie

Isolatie in een spouwmuur is te achterhalen door bij gevelroosters en/of open stootvoegen in de spouw te kijken (en eventueel met een dun puntig voorwerp te meten hoe dik het isolatiemateriaal is), of door een schatting van het bouwjaar te maken.

Ramen, deuren en panelen

Voor de energieprestatie ten behoeve van de omgevingsvergunning bepaal je de U-waarde van deuren, ramen en panelen. Je maakt dan gebruik van specifieke materiaaleigenschappen of producteigenschappen, zoals vermeld in de DoP van een fabrikant.

Voor ramen neem je voor de energieprestatieberekening de U-waarde op. Je komt in de praktijk verschillende constructies tegen:

- Type kozijn (hout/kunststof, metaal thermisch onderbroken of metaal);
- Type glas (drievoudig HR, HR++, HR+, HR-dubbelglas met emissie verlagende coating, dubbelglas zonder emissie verlagende coating, voorzetglas of enkelglas).

Daken

Inspectietips dakconstructie hellend dak

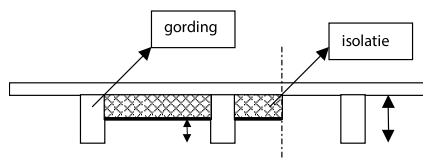
De dakconstructie van een hellend dak kan bestaan uit:

- Dakbedekking: pannen, leien, beplating, bitumineuze bedekking;
- Dakbeschot en constructie: spanten, gordingen, beplating;
- Isolatie: binnen of buiten het dakbeschot;
- Afwerking: gips, hout e.d.

Inspectie constructie en isolatie

Je kan als EP adviseur hierbij:

- Onder pannen kijken om het soort dakbeschot en/of de aanwezigheid van isolatie te bepalen;
- Onafgewerkte delen bekijken: achter schotten of op een vliering;
- De dikte van de constructie meten bij dakramen (let op opstaande randen!);
- De dikte van isolatie tegen dakbeschot herleiden door in sommige gevallen de gording op te meten en te kijken welk deel van de gording nog zichtbaar is (zie afb. 8.29);
- De dak- gevelaansluitingen inspecteren om de aanwezigheid van isolatie te achterhalen.



Afb. 8.29 Isolatie tegen het dakbeschot

Bij een dak-dooconstructie (geen spanten en gordingen: doosconstructie is zelfdragend) is het uitgangspunt dat er isolatie aanwezig is. Doosconstructies zijn namelijk geheel gevuld met isolatiemateriaal.

Inspectietips dakconstructie plat dak

- De dakconstructie van een plat dak kan bestaan uit: Dakbedekking: beplating, bitumineus met of zonder ballast;
- Isolatie aan binnen- of buitenzijde (koud of warm dak);
- Dakconstructie: balken/gordingen, beplating, betonplaat;
- Afwerking.

Constructie en isolatie

- Mits er een dakluik aanwezig is, is daar de dikte van de constructie te bepalen. Let op opstaande randen. Deze worden niet meegerekend bij de bepaling van de dikte van de totale constructie;
- Aanwezigheid van na-isolatie aan de bovenzijde van het dak is te controleren bij aansluiting van daklichten of dakluik;
- Door inspectie van een onafgewerkte ruimte (meterkast, gangkast) kunnen kenmerken van de onderzijde van de constructie worden vastgesteld.

Verder kun je bij daken afschotisolatie tegenkomen. Zoals de naam al aangeeft is dit isolatie met een bepaald afschot om water van het dak te kunnen afvoeren.

Vloeren

Begane grondvloeren en vloeren en plafonds grenzend aan onverwarmde ruimten:

Inspectietips vloerconstructie

De mogelijke opbouw van een vloerconstructie is:

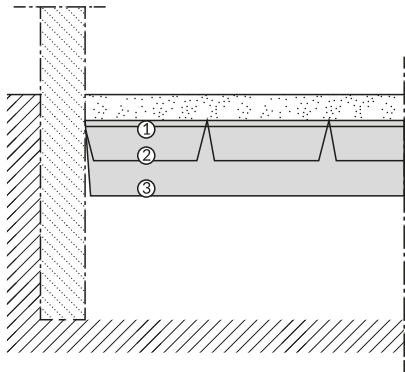
- Afwerking;
- Vloerconstructie, d.w.z. het geheel van balken, vloerdelen en/of vloerplaten (hout of steenachtig);
- Isolatie.

Inspectie constructie en isolatie

De EP adviseur kan bij de inspectie:

- De kruipruimte controleren op de aanwezigheid van isolatie;
- Onafgewerkte ruimten inspecteren, bijvoorbeeld de meterkast, techniekruimte of een kelder- of gangkast.

Een manier om warmteverlies door de vloer tegen te gaan is door gebruik te maken van thermokussens. Een voorbeeld hiervan in een kruipruimte zie je in afb. 8.30.



Afb. 8.30 Thermokussens met 3 reflecterende folies met tussenliggende, afgesloten, niet geventileerde luchtlagen

Deuren

Je komt in het opnameprotocol een onderscheid tegen tussen geïsoleerde deuren en niet-geïsoleerde deuren. Bij de bepaling of een deur is geïsoleerd, kijk je alleen naar de dichte delen van de deur. Of de rekenzone is voorzien van een geïsoleerde deur kan je soms bepalen door de brievenbus te openen en te kijken of er isolatiemateriaal aanwezig is tussen het voorblad en het achterblad van de deur, zie ook afb. 8.31.



Afb. 8.31 Brievenbus

8.7.1.4 Transparante constructies

Beglazing

Beglazing is te beschrijven aan de hand van de volgende kenmerken:

- Emissie verlagende of ook wel HR-coating: herkenbaar door een brandende zaklamp of (aansteker)vlammetje voor de ruit te houden. In geval van dubbelglas zijn er 4 reflecties waar te nemen. De HR-coating moet aan de spouwzijde van de binnenruit zitten. Indien het aanstekervlammetje of de brandende zaklamp voor de binnenzijde van de ruit wordt gehouden, heeft de tweede reflectie een andere kleur dan de overige reflecties. Als het aanstekervlammetje of de brandende zaklamp voor de buitenzijde van de ruit wordt gehouden, heeft de derde reflectie een andere kleur;
- Zonwerende coating, aanwezigheid van een zonwerende coating: herkenbaar door een brandende zaklamp of (aansteker)vlammetje voor de ruit te houden. In geval van dubbelglas zijn er 4 reflecties waar te nemen. De zonwerende coating moet aan de spouwzijde van de buitenruit zitten. Indien het aanstekervlammetje of de brandende zaklamp voor de binnenzijde van de ruit wordt gehouden, heeft de derde reflectie een andere kleur dan de overige reflecties. Als het aanstekervlammetje of de brandende zaklamp voor de buitenzijde van de ruit wordt gehouden, heeft de tweede reflectie een andere kleur. Op basis van productdocumentatie kan een verlaagde G-waarde worden bepaald;
- Aantal glaslagen: visueel te herkennen en het best waarneembaar door er een vlammetje (aansteker) voor te houden.

Aanwijzingen voor de keuze van het soort glas:

- Gewoon dubbelglas zonder zichtbare emissie verlagende coating en zonder vermelding in de afstandhouder: ga uit van standaard dubbelglas met een luchtgevulde spouw;
- HR-glas (dubbelglas met emissie verlagende coating) , HR⁺-glas of HR⁺⁺-glas met een duidelijke vermelding van deze HR-glaskwaliteit in de afstandhouder;
- Als bij dubbelglas de HR-aanduidingen in de afstandhouder ontbreken, bepaal dan of er een emissie verlagende coating aanwezig is. Indien deze coating aanwezig is, dan is er sprake van HR-glas.

8.7.1.5 Puntvormige thermische bruggen

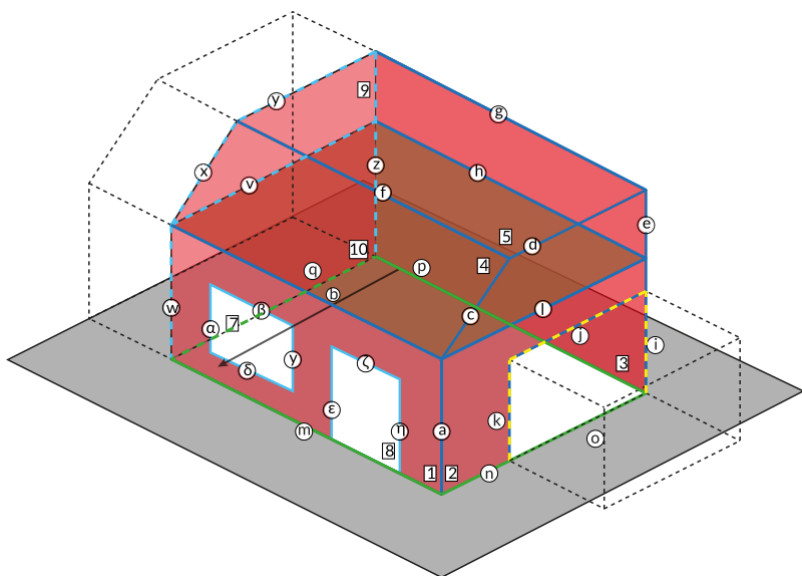
Constructies kunnen ook last hebben van thermische bruggen. Een thermische brug kun je zien als een onderbreking in de constructie waarlangs warmte ongewenst "lekt". Een exacte definitie vind je terug in de begrippenlijst. Je maakt hierbij onderscheid in puntvormige en lineaire thermische bruggen. Een puntvormige thermische brug is een lokale onderbreking, terwijl een lineaire thermische brug een lengte heeft.

8.7.1.6 Lineaire thermische bruggen

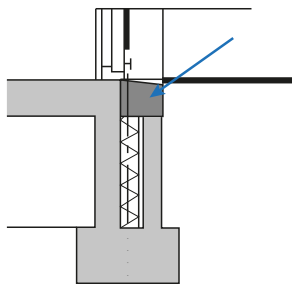
Voorbeelden:

Lineaire thermische bruggen bevinden zich bij aansluitingen tussen verschillende scheidingsconstructies, zoals wanden, vloeren en plafonds, waarbij de constructie grenst aan buiten, sterk geventileerde ruimten, aangrenzende onverwarmde ruimten of serres.

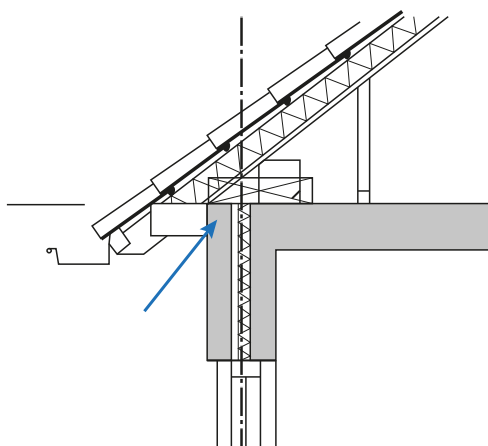
In afb. 8.32 geven we de lineaire thermische bruggen tussen de verschillende scheidingsvlakken die grenzen aan buiten, aan met een letter. Het gaat dan om a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n en p. Lineaire thermische bruggen q en v grenzen aan een andere ruimte of gebouw (AVR) en neem je niet mee. Lineaire thermische bruggen w, x, y en z grenzen ook aan een ander gebouw (AVR), maar ook deels aan de buitenlucht. Deze neem je voor de helft mee. Lineaire bruggen i, j, k en o grenzen aan een AOR/AOS en verdeel je over de rekenzone en de AOR/AOS. De lineaire bruggen grenzend aan de begane grondvloeren of onverwarmde kelders en buitenlucht, water of grond neem je ook mee.



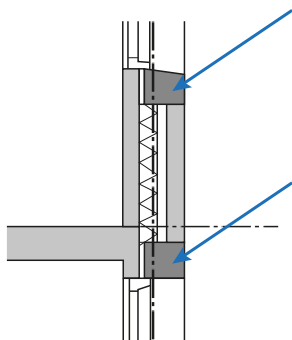
Afb. 8.32 Lineaire thermische bruggen tussen de scheidingsvlakken



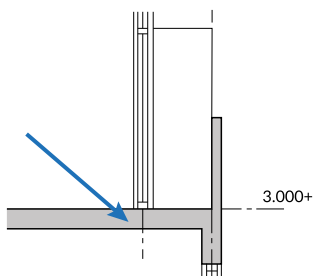
Afb. 8.33 Lineaire thermische brug bij een begane grondvloer



Afb. 8.34 Lineaire thermische brug bij een gevel/dakaansluiting



Afb. 8.35 Thermische bruggen bij vloer en kozijn



Afb. 8.36 Thermische brug bij een doorlopende balkonvloer

8.7.1.7 Kwaliteit aanbrengen isolatie

Informatie over dit onderwerp staat in de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2]. Hieronder zie je een aantal voorbeelden van situaties waar het isolatiemateriaal zowel goed als fout is aangebracht. Deze voorbeelden zijn niet uitputtend, maar geven wel aan waarop je kunt letten bij de beoordeling van het bewijsmateriaal.



Afb. 8.37 Isolatiemateriaal sluit goed aan zowel onderling als op het binnengevelblad (bron: Nieman)

Let op: bij een reflecterende laag moet de spouw minimaal 20 mm zijn, omdat anders de stralingsfolie met de lage emissiecoëfficiënt niet bijdraagt aan de warmteweerstand.



Afb. 8.38 Isolatiemateriaal sluit onderling niet goed op elkaar aan (bron: Nieman)



Afb. 8.39 Isolatiemateriaal niet goed doorgezet waardoor er een koudebrug ontstaat (bron: Nieman)



Afb. 8.40 Isolatiemateriaal sluit niet goed aan op de omliggende constructies



Afb. 8.41 Isolatiemateriaal sluit niet goed aan op de vloer (bron: Nieman)



Afb. 8.42 Isolatiematerialen sluiten niet goed aan, hierdoor ontstaat een open hoek (bron: Nieman)



Afb. 8.43 Isolatiemateriaal sluit onderling niet goed op elkaar aan



Afb. 8.44 Onderbreking van het isolatiemateriaal



Afb. 8.45 Isolatiemateriaal sluit niet goed aan op het binnenblad van de gevel (bron: Nieman)

Tips:

- Maak voor het zichtbaar maken van isolatielagen en aansluitingen gebruik van foto's of infraroodfoto's. Aan te bevelen is om dit in het geval van nieuwbouw te doen tijdens de bouwphase zelf. Om goede infraroodfoto's te kunnen maken, is het van belang dat het gebouw is verwarmd;
- Voor het vastleggen van diktes van isolatiemateriaal maak je een foto van een duimstok tegen het isolatiemateriaal waarop de dikte van het isolatiemateriaal duidelijk af te lezen is;
- Zorg ervoor dat in een foto duidelijk is om welk type isolatiemateriaal het gaat;
- Maak gebruik van facturen waarop is vermeld welk isolatiemateriaal bij het betreffende gebouw is toegepast. Nagaan of de geleverde hoeveelheid m² isolatie overeen kan komen met het benodigd aantal m² voor het betreffende gebouw(en);
- Maak gebruik een verklaring van een gecertificeerd isolerend bedrijf (gecertificeerd voor het aanbrengen van isolatie) dat op het betreffende adres de isolatie is aangebracht;
- Als je geen bewijs kan vinden (in de vorm van rekeningen, tekeningen met isolatiedikte) wat er is aangebracht, dan ga je uit van het bouwjaar.

8.8 ZONWERING

Onder zonwering verstaan we voorzieningen die op het gebouw vallende zonnestraling weren en de invallende warmte ten gevolge van zonlicht tegengaan.

Van een aantal typen zonwering moet je ook de kleur opgeven, omdat:

- de kleur invloed heeft op de effectiviteit (mate van zon- en warmtewering);
- donker gekleurde buitenzonwering (anders dan vaak gedacht) effectiever is dan lichte;
- bij binnenzonwering alleen reflecterende zonwering effectief is (herkenbaar aan de zichtbare metaalkleurig laag);
- binnenzonwering alleen in uitzonderingsgevallen mag worden meegenomen in een EP-berekening.

We maken onderscheid tussen vaste en beweegbare zonwering.

Tabel 8.2 Type zonweringen

Type zonwering
Uitvalscherm
Knikarmscherm
Rolluiken (buiten toegepast)
Screens (buiten toegepast)
Jaloezieën (buiten toegepast)
Gemetalliseerde weefsels (binnen toegepast)



Afb. 8.46 Appartementen met uitvalschermen



Afb. 8.47 Screens

8.9 OVERSTEKKEN EN BELEMMERING

Informatie over dit onderwerp kun je terugvinden in de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2].

9 RUIMTEVERWARMING

9.1 INLEIDING

Een verwarmingsinstallatie omvat de installaties die het mogelijk maken een thermisch behaaglijk binnenklimaat te creëren voor de gebruiker. Een opwekker, een distributiesysteem en een afgiftesysteem zijn hier minimaal onderdeel van. Dit hoofdstuk gaat in op het opnemen van deze verwarmingsinstallaties in een gebouw. Je verkrijgt inzicht hoe diverse installatiedelen zijn te herkennen.

9.1.1 Leeswijzer

Gebruikelijk is om een verwarmingssysteem te beschrijven volgens de volgorde opwekking-distributie-afgifte:

1. Opwekking van warmte. Dit zijn de installatiedelen die verantwoordelijk zijn voor de opwekking van warmte ten behoeve van ruimten. Denk hierbij aan CV-ketels, warmtepompen, stadsverwarming etc.
2. Distributie van warmte. Warmte wordt van de opwekker naar de ruimte getransporteerd. Denk hierbij aan het transport van media zoals CV-water en verwarmde ventilatielucht via leidingen of luchtkanalen.
3. Afgifte van warmte in een ruimte. Dit zijn installatiedelen die de warmte op de juiste wijze in een ruimte brengen. Je herkent dit door de aanwezigheid van afgiftelichamen zoals radiatoren, stralingspanelen, luchtroosters etc.

De indeling van dit hoofdstuk is als volgt:

Tabel 9.1 Indeling hoofdstuk 9 Ruimteverwarming

Onderdeel	Aspect	Paragraaf
Systeem	Klimatiseringszones en rekenzones	9.2
Opwekking	Type opwekking	9.3
Distributie	Medium, leidingen, pompen	9.4
Afgifte	Afgiftesysteem	9.5

9.1.2 Werkwijze

In de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2] komt steeds het onderdeel 'bepalen' terug. Daarin geven we aan wat je voor de energieprestatieberekening moet opnemen. Dit praktijkboek gaat dieper in op 'herkennen', waarin we onder meer omschrijven hoe een machine, apparaat of installatie eruitziet, wat het doet en welke onderdelen of varianten er zijn.

9.1.3 Te gebruiken informatiebronnen

Bij de opname van de verwarmingsinstallatie maak je gebruik van verschillende informatiebronnen. Hieronder volgt een toelichting van deze informatiebronnen:

1. Documentatie van het gebouw, zoals installatietekeningen. Controleer steekproefsgewijs of de documentatie overeenkomt met de werkelijkheid ten aanzien van types, aantallen en locaties. Deze documentatie is vaak terug te vinden bij de beheerder of eigenaar van het gebouw. Installatietekeningen kun je herkennen aan de onderhoek of stempel rechtsonder op de tekening. Hierop staat informatie over het gebouw, welke informatie op de tekening staat en de teken- of revisiedatum;
2. Productdocumentatie van onder meer opwekkers, afgiftesystemen. Informatie hierover vind je meestal terug op typeplaatjes op de installatiecomponenten, facturen, installatiehandleidingen of op de website van de fabrikant of leverancier;
3. Eigen waarnemingen en tellingen in het gebouw. Het meest betrouwbare is dat je in het gebouw de installatiecomponenten visueel controleert. Je bent immers verantwoordelijk voor de gegevens die je gebruikt om te komen tot een energieprestatieberekening;
4. Toestellen of apparaten kunnen beschikken over kwaliteitsverklaringen waar je informatie uit kan halen. Een toelichting van kwaliteitsverklaringen kun je terugvinden in paragraaf 5.2.2.

9.1.4 Dossiervorming

In de opnameprotocollen geven we aan waar het dossier aan moet voldoen. Hierna volgt een aantal tips bij het verzamelen van informatie voor het vormen van een goed dossier.

- Maak de informatie uit paragraaf 9.1.3 in het dossier aannemelijk zodat de tekeningen overeenkomen met de situatie tijdens de opname;
- Maak vaak aantekeningen; dit kunnen bijv. plattegronden zijn met daarop per ruimte aangegeven welk afgiftesysteem aanwezig is;
- Neem veel foto's; zowel detailfoto als overzichtsfoto's. Op een detailfoto kun je dan de relevante eigenschappen van het betreffende distributiesysteem, opwekker of afgiftesysteem terugvinden, bijv. foto's van:
 - Opwekker;
 - Typeplaatjes;
 - Isolatie van leidingen.
- Maak een overzichtsfoto. De overzichtsfoto is van een grotere afstand gemaakt en daarop is te zien waar (het onderdeel van) de installatie zich bevindt in het gebouw of de ruimte. Je hoeft niet in iedere ruimte de afgiftesystemen fotograferen. Belangrijk is wel dat een representatief beeld ontstaat. Hieronder vind je een voorbeeld van vier afbeeldingen waaruit je de positie van het typeplaatje van een verwarmingsketel kunt herleiden. Eerst is er een foto van het typeplaatje van de CV-ketel, daarna volgt een afbeelding van de CV-ketel waarop het typeplaatje zit. Daarna een afbeelding met de positie van de CV-ketel in de ruimte. En uiteindelijk een afbeelding van de positie van de CV-ketel in het gebouw;
- Maak ook foto's van merk en type of maak een kopie van de aankoopfactuur als je een kwaliteitsverklaring gebruikt.

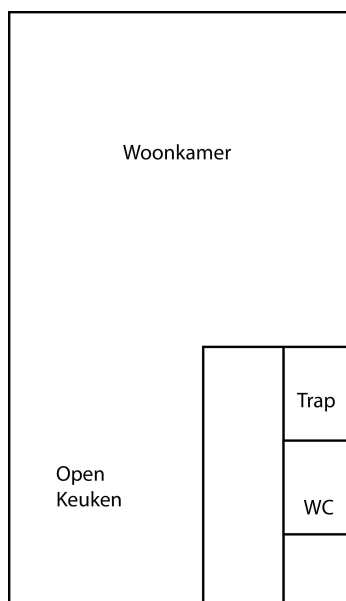
Voorbeeld foto's (overzicht en detail) opbouw



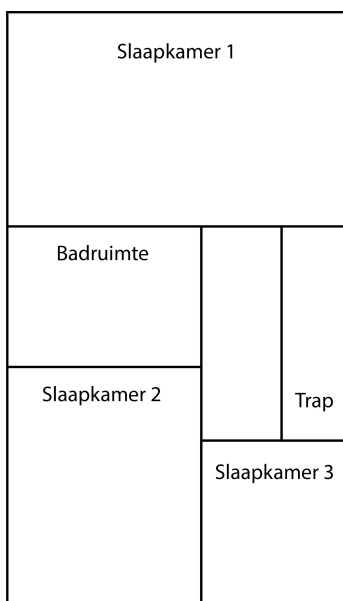
Afb. 9.1 Verwarmingsketel



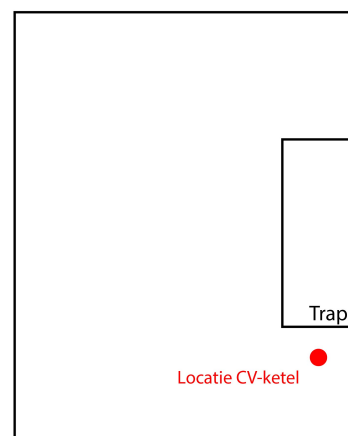
Afb. 9.2 Positie verwarmingsketel



Begane grond

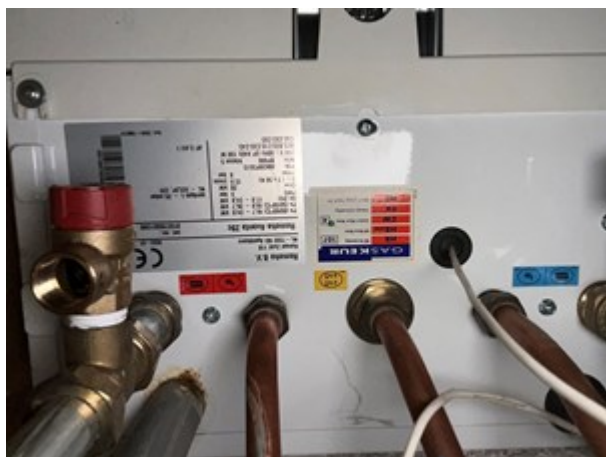


1e verdieping



2e verdieping

Afb. 9.3 Positie CV ketel in woning

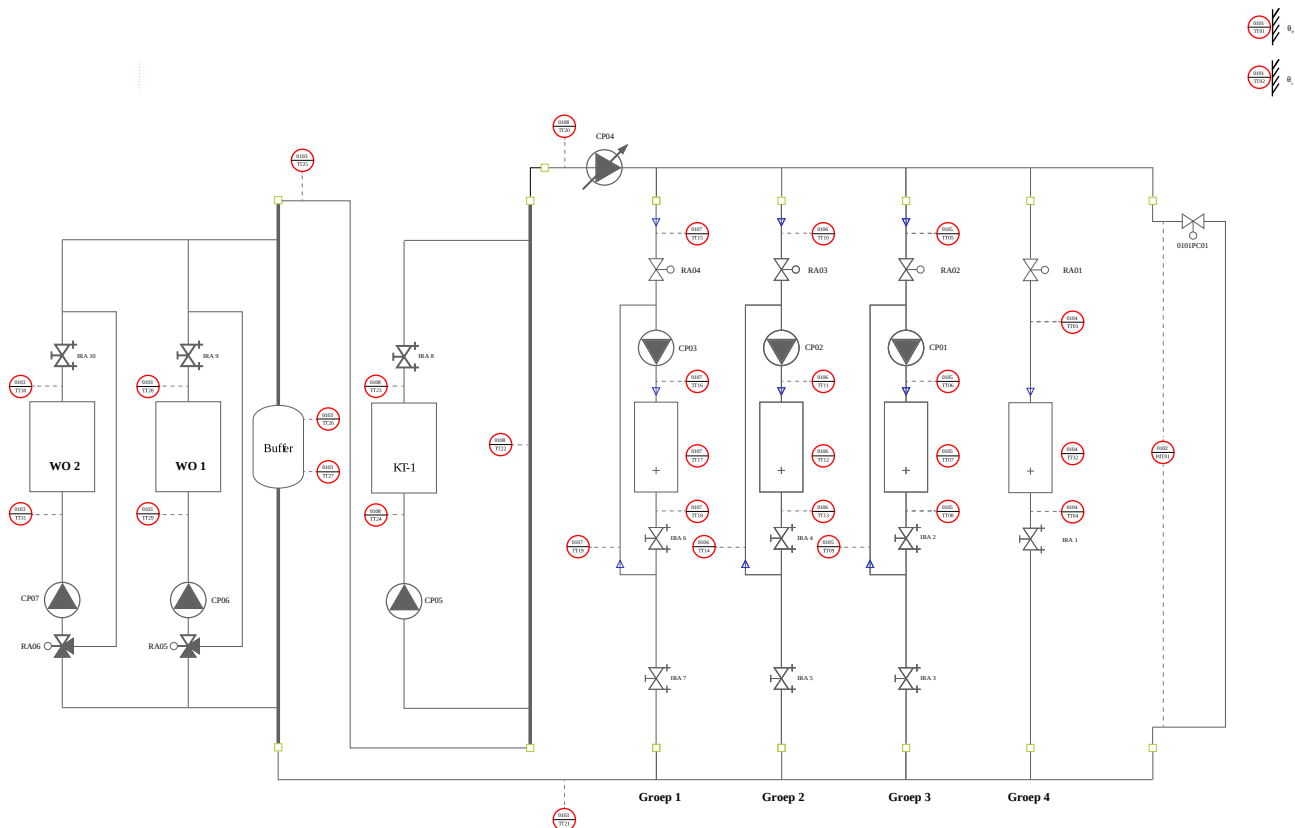


Afb. 9.4 Typeplaatje verwarmingsketel

9.2 VERWARMINGSSYSTEEM

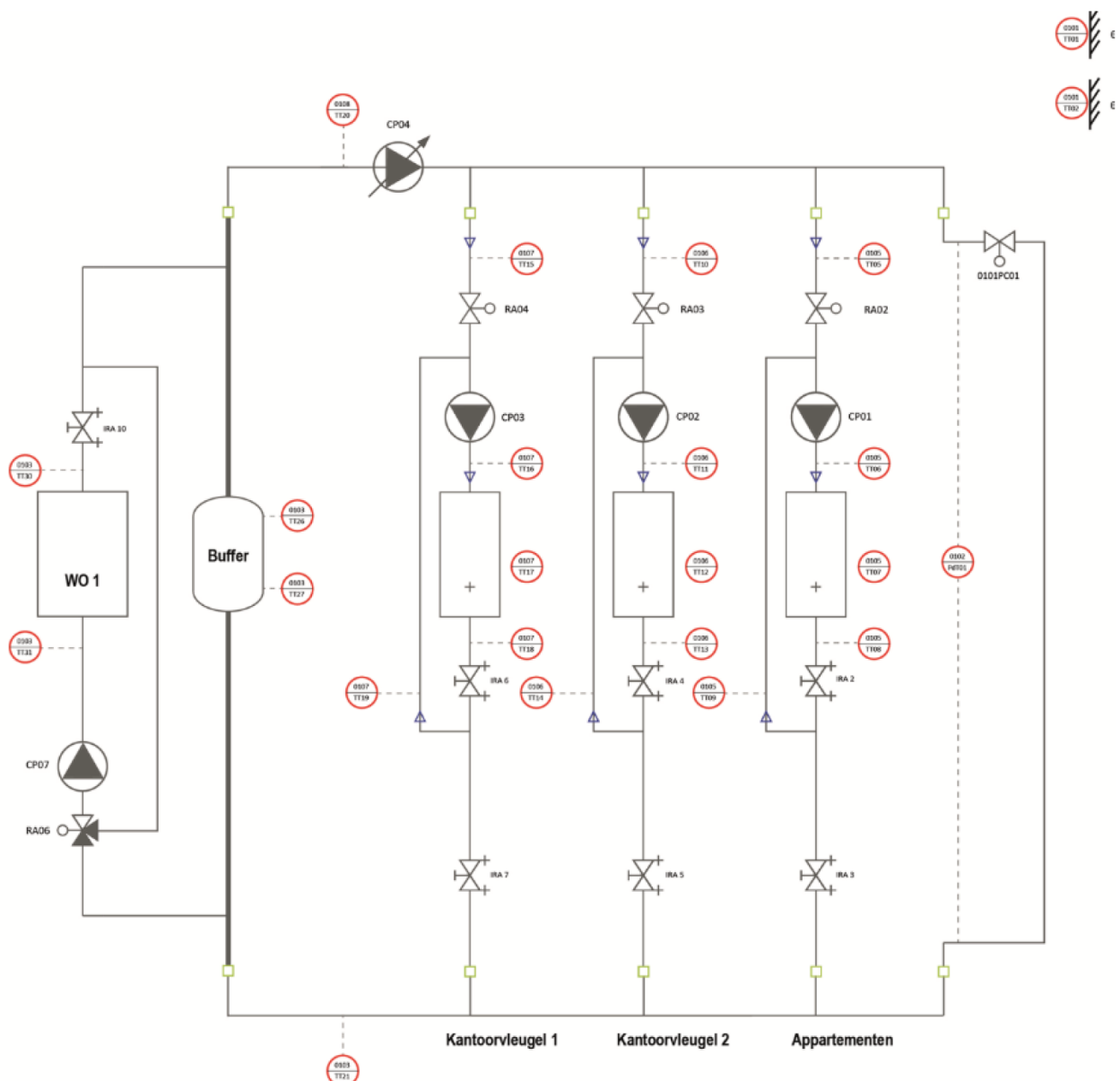
De verwarmingsinstallatie heeft invloed op de indeling in klimatiseringszones en rekenzones. Per rekenzone is één verwarmingssysteem aanwezig. Eén verwarmingssysteem kan meer rekenzones van warmte voorzien. Deze informatie kun je halen uit installatieplattegronden van het gebouw of principeschema's van de installatie. Voor het herkennen neem je het volgende in acht:

- Een verwarmingssysteem kan meerdere opwekkers hebben. Dat wil zeggen dat het distributiesysteem door meer opwekkers gevoed kan worden. Afb. 9.5 geeft een voorbeeld van twee warmtepompen (W01, W02 en een pieklastketel KT-1).



Afb. 9.5 Voorbeeld van een principeschema met meerdere opwekkers in een verwarmingssysteem

- Het kan voorkomen dat het distributiesysteem is aangesloten op meerdere afgiftesystemen. In afb. 9.6 kun je zien dat het distributiesysteem aangesloten zit op afgiftesystemen van verschillende kantoorvleugels en appartementen.
- De afgiftesystemen bepalen welk verwarmingssysteem bij welke rekenzone(s) hoort. De plaats van de opwekker is daarbij niet van belang. De opwekker kun je meestal terugvinden in een centrale technische ruimte in het gebouw. Meestal kom je dit tegen bij utiliteitsgebouwen of woongebouwen met een centrale warmtevoorziening. Op een plattegrond zie je in de rekenzone geen warmteopwekker staan, wel het afgiftesysteem.
- Een verwarmingssysteem kan meerdere rekenzones van warmte voorzien. Dit is bijvoorbeeld het geval als in afb. 9.6 de kantoorvleugels als aparte rekenzones zijn. De warmteopwekker WO 1 verzorgt dan de verschillende rekenzones: kantoorvleugel 1, kantoorvleugel 2 en appartementen.



Afb. 9.6 Principeschema met meerdere afgiftesystemen op één warmteopwrekker

- Per rekenzone kunnen er meerdere warmteopwekkers aanwezig zijn, die de warmte leveren. Zie afb. 9.5. Stel dat groep 1 een rekenzone voorstelt, dan krijgt deze rekenzone de warmte van de warmteopwekkers WO 1, WO2 en KT-01.

9.3 OPWEKKING

Opwekkers vind je meestal terug in technische ruimten (vaak afgekort als TR op tekeningen) in het gebouw of op het dak van utiliteitsgebouwen. In een aantal gevallen vind je technische ruimten ook aan een gevel of in een sterk geventileerde, onverwarmde ruimte zoals een parkeergarage. In een woning vind je de opwrekker vaak terug in een zolderverdieping, of in de garage of bijkeuken. De verbinding met de te verwarmen ruimten vindt plaats via kanalen en/of leidingen.

Indien dit niet het geval is, kan er sprake zijn van lokale verwarmingstoestellen. Lokale verwarmingstoestellen herken je als warmteopwekkers die in het vertrek aanwezig zijn. Het uitgangspunt voor de hulpenergie is dat lokale gaskachels en olikachels geen aansluiting hebben op het elektriciteitsnetwerk via een stekker. Bijvoorbeeld verplaatsbare elektrische stralingskacheltjes vallen hier niet onder. Zie afb. 9.8.



Afb. 9.7 Lokale verplaatsbare warmteopwekker (elektrisch kachel) voorzien van stekker

Ieder verwarmingssysteem heeft een opwekinstallatie voor ruimteverwarming. Je komt de volgende typen verwarmingsinstallaties tegen:

- **Individuele installaties:** Individuele installaties leveren warmte voor één gebruikseenheid. Dit kan een centraal in de gebruikseenheid opgestelde opwekker zijn of lokale verwarming per ruimte zoals de gaskachel in afb. 9.8;
- **Collectieve installaties:** Collectieve installaties leveren warmte voor meerdere gebruikseenheden. Een collectieve installatie kan bestaan uit één of meerdere centraal geplaatste opwekker(s) die zich meestal op het perceel bevindt of bevinden. Zie afb. 9.5/9.6;
- **Warmtelevering door derden:** Bij dit type warmtelevering bevindt de opwekker zich buiten het perceel. In sommige gevallen is de precieze opwekker niet te achterhalen. Op basis van facturen of contracten kan worden nagegaan of er sprake is van externe warmtelevering. Zie afb. 9.9/9.10.



Afb. 9.8 Lokale (gasgestookte) warmteopwekker (Bron: Dru)

Gasgestookte verwarmingstoestellen hebben over het algemeen een levensduur van circa 15 jaar. Het bouwjaar van het apparaat staat meestal op het typeplaatje aangegeven op het apparaat.



Afb. 9.9 Afleverset voor externe warmte (warmte derden) (bron: Aalberts Hydronic Flow Control/ Flamco)



Afb. 9.10 Afleverset voor externe warmte (warmte derden) (bron: Aalberts Hydronic Flow Control/ Flamco)

Naast individuele opwekkers zijn er ook de hybride opwekkers, zoals:

- Micro-WKK met HR-ketel;
- Hybride warmtepomp (gecombineerd met een CV-ketel) of;
- Een elektrische warmtepomp met elektrisch verwarmingselement.

Kenmerkend is dat elke opwekker wordt door één soort energiedrager (bijvoorbeeld gas, elektriciteit of biomassa) gevoed.

Collectieve verwarming omvat een verwarmingsinstallatie die is bedoeld voor de verwarming van meer dan één woning. Een voorbeeld hiervan is een collectieve installatie in een woongebouw. Bij collectieve installaties kunnen ook meerdere warmteopwekkers aanwezig zijn.

Typen opwektoestellen

De volgende veelgebruikte opwektoestellen kom je in de praktijk tegen:

1. Gas- of oliegestookte ketels en luchtverwarmers;
2. WKK: Warmte Kracht Koppeling;

3. Warmtepompen;
4. Elektrische verwarming;
5. Kachels en ketels met biobrandstof;
6. Luchtverwarmer;
7. Zonne-energiesysteem;
8. Collectieve verwarming;
9. Externe warmtelevering (warmtelevering derden);
10. Hybride.

Een uiteenzetting van deze warmteopwekkers vind je in de volgende paragrafen.

9.3.1 Opwektoestellen

9.3.1.1 Gas- of oliegestookte ketels en luchtverwarmers

De volgende typen gas- of oliegestookte ketels kom je in de praktijk tegen:

- CR-ketel: Conventioneel rendement ketel;
- VR-ketel: Verbeterd rendement ketel;
- HR 100-ketel: Hoog rendement 100-ketel;
- HR 104-ketel: Hoog rendement 104-ketel;
- HR 107-ketel: Hoog rendement 107-ketel
- Lokale gasverwarming inclusief waakvlam, olieverwarming of stoomketel:
 - Met afvoer verbrandingsgassen;

Hierbij is:

- CR is een met gas gestookte ketel of luchtverwarmer zonder nadere aanduiding, of een met olie gestookte ketel;
- VR is een met gas gestookte ketel of luchtverwarming met een vollastrendement van ten minste 88,5% op onderwaarde;
- HR-100-, 104-, 107-ketel is een met gas gestookte ketel met deellastrendement van ten minste 100%, 104% respectievelijk 107% op onderwaarde. Zie afb. 9.1/9.2 voor voorbeelden van een HR 107 ketel;
- HR-100-, 104-, 107-luchtverwarmer is een met gas gestookte luchtverwarmer met deellastrendement van ten minste 101%, 105% respectievelijk 108% op onderwaarde.

In voorgaande opsomming komt het begrip onderwaarde terug. De onderwaarde van een gasgestookte ketel is de warmte die vrijkomt door de verbranding van het aardgas.

Omdat er ook waterdamp vrijkomt bij verbranding is het ook mogelijk om de condensatiewarmte terug te winnen. Immers als water condenseert komt er warmte vrij. Dit gebeurt bij goed afgestelde HR-ketels waardoor het rendement op onderwaarde dan boven de 100% komt te liggen. Deze waarde noemen we de bovenwaarde. Om die reden zijn HR-ketels efficiënter dan CR of VR-ketels. Daarnaast komt alleen bij een CR-ketel, moederhaard of bij een individuele VR-ketel een waakvlam voor wat nadelig is voor de efficiëntie.

Tabel 9.2 Typen gas- of oliegestookte ketels

Typen gestookte ketels	
Type opwektoestel	CR-ketel of moederhaard
	VR-ketel
	HR 100-ketel
	HR 104-ketel
	HR 107-ketel
	Lokale gasverwarming inclusief waakvlam
	Olieverwarming
	Stoomketel
Type lokale gasverwarming met waakvlam, olieverwarming of stoomketel	Met afvoer verbrandingsgassen
	Zonder afvoer verbrandingsgassen
Waakvlam	Toestel met waakvlam
	Toestel zonder waakvlam
	Onbekend

In het overgrote deel van de bestaande utiliteitsgebouwen in Nederland (> 80%) wekken gasketels warm water voor verwarming op. Hoogrendementsketels komen in de bestaande utiliteitsbouw het meeste voor. Bij toepassing van meerdere verwarmingsketels kom je vaak twee typen ketels gecombineerd tegen. Dit kunnen bijvoorbeeld hoogrendementsketel (HR) voor de basislast (= preferent systeem) en een conventioneel rendementsketel (CR) zijn om piekbelastingen op te vangen.

Een bijzondere HR 107 CV- ketel is de waterstofketel. Deze warmteopwekker gebruikt geen aardgas voor de productie van warmte, maar waterstofgas. Hoewel de benaming HR107 gebruikelijk is voor gasgestookte CV-ketels, gebruik je in de energieprestatieberekening ook de HR107 ketel voor de waterstofketel.

Labels en keurmerken

Alle toestellen op de Nederlandse markt zijn verplicht sinds 1998 een CE-markering te hebben. Voor die tijd hadden de ketels een GIVEG-keur. De verplichte CE-markering geeft aan dat het toestel is gekeurd volgens basiseisen die in de Europese Unie van kracht zijn. Het gaat vooral om veiligheid en een minimumrendement. Het belang van deze markering is dat je kunt zien dat de ketel niet illegaal is gefabriceerd. Bovendien kun je er dan van uitgaan dat de werking in orde is.



Afb. 9.11 Het oudere HR-GIVEG-keurlabel

Het Gaskeur label is in de loop der jaren aangepast. Afhankelijk van het bouwjaar kun je ketels met een Gaskeurlabel als volgt herkennen:

- Ketels met het Gaskeur HR-label, zoals door Kiwa afgegeven vanaf 26 september 2015, voldoen aan de eis voor een HR 107-ketel;
- Ketels met het Gaskeur HR 100-, HR 104- resp. HR 107-label, zoals door Kiwa afgegeven vanaf 1997 tot 1 juli 2015, voldoen aan de eis voor een HR 100-, HR 104-, resp. HR 107-ketel;
- Ketels met het Gaskeur CV-HR-label, zoals door Kiwa afgegeven tot 1997, voldoen aan de eis voor een HR 100-ketel.

Of het een VR-ketel betreft, kun je meestal terugvinden in de documentatie.

Het Gaskeur label in afb. 9.12 geeft het label weer van een combiketel met een rendement van ten minste 107% (HR-107) bij het verwarmen van het water ten behoeve van de verwarming. Daarnaast kun je op het label zien dat het gaat om verwarming van het tapwater met een zeer hoog rendement (HRww). Verder geeft de CW-klasse de comfortklasse weer van de warmtapwatervoorziening. Ook geeft het label aan dat het toestel tevens geschikt is als naverwarmer in een zonneboilersysteem (NZ). Uit het SV-label blijkt ten slotte dat door de schonere verbranding de NOx-emissie zeer laag is.



Afb. 9.12 Gaskeurmerk-label

Typeplaatje

Indien het rendement niet te bepalen is via de eerder getoonde labels of productinformatie, dan kun je het rendement indicatief bepalen met de gegevens op het typeplaatje. Zie afb. 9.13. Deel daarvoor het maximale nominaal vermogen door de maximale nominale belasting (bovenwaarde).

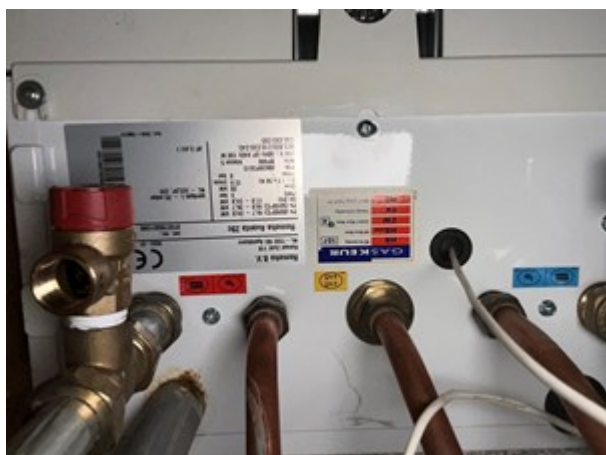


Afb. 9.13 Typeplaatje van een verwarmingstoestel

Voorbeeld: Op het typeplaatje in afb. 9.13 staat aangegeven:

- Maximaal nominaal vermogen is 7,7 kW;
- Nominale belasting op bovenwaarde is 8,0 kW.

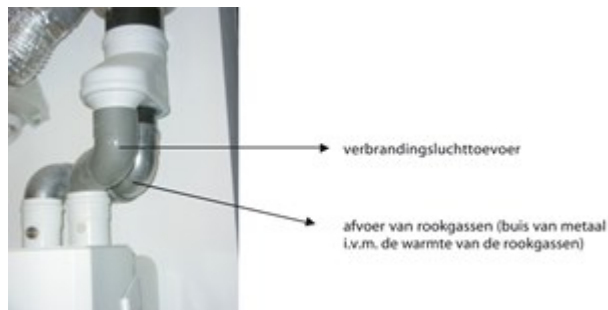
Het rendement op bovenwaarde wordt dan $7,7/8,0 = 0,96$.



Afb. 9.14 Typeplaatje HR107 CV ketel

Rookgasafvoeren, verbrandingsluchttoevoeren en condensaatafvoer

Bij de gesloten toestellen wordt een ventilator toegepast (opgenomen in de ketel) die de rookgassen naar buiten stuwt. In het algemeen vindt de toevoer van de lucht, die nodig is voor verbranding, plaats via een dubbelwandige pijp. Langs de dubbelwandige pijp vindt de afvoer van de rookgassen plaats. De warmte van deze rookgassen wordt dan via deze dubbelwandige pijp uitgewisseld met de verbrandingslucht. Deze gesloten ketels zijn meestal herkenbaar aan twee pijpen bij de ketel zelf (die vervolgens eventueel overgaan in een dubbelwandige pijp).



Afb. 9.15 Gesloten toestel met aansluiting van verbrandingsluchttoevoer en rookgasafvoer

Een CR-ketel kun je herkennen doordat er vaak maar één dikke buis (circa 10 cm doorsnede) op de ketel is aangesloten. Dit is de buis waardoor de verbrandingsgassen naar buiten worden afgevoerd. De lucht die voor de verbranding nodig is, komt uit het vertrek waar het toestel staat opgesteld.

In het algemeen zijn hangende ketels zonder een waterafvoerpijpje VR-ketels. Bij twijfel kijk je even naar het typ plaatje. Een gesloten ketel met een condensaatafvoer naar de riolering duidt op in ieder geval een HR-ketel. Let op dat je een mogelijke condensaatafvoer van de condensatieketel niet verward met:

- Een condensaatafvoer van de schoorsteen;
- De afvoerleiding van het overdrukventiel voor warmtapwater dat men bijvoorbeeld bij combiketels dicht bij de ketel kan terugvinden.



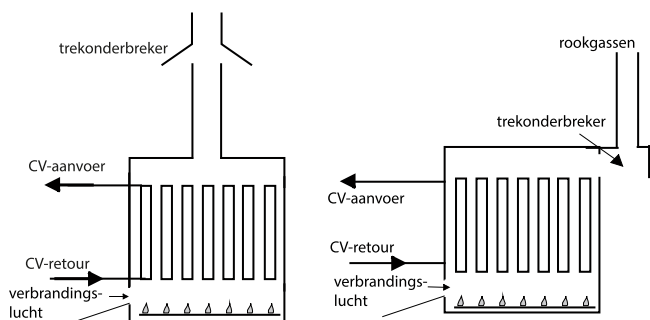
Afb. 9.16 Condensaatafvoer onder CV-ketel, kenmerkend voor HR-ketels

CR- en VR-ketels hebben geen afvoer voor condenswater.

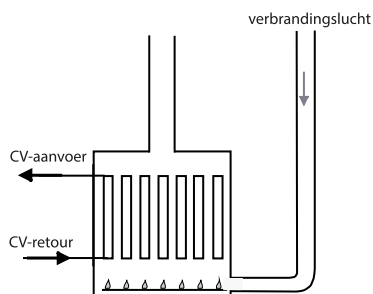
Open en gesloten toestellen

In principe zijn naast de indeling op CR, VR en HR er voor CV-ketels nog de volgende twee indelingen mogelijk:

- Open toestellen: dit herken je als toestellen die de verbrandingslucht uit de ruimte halen waar dit toestel staat opgesteld. Aan de zijde van de afvoer van de rookgassen zijn deze toestellen voorzien van een zogeheten trekonderbreker. Afb. 9.17 geeft hiervan een schematische weergave;
- Gesloten toestellen: bij deze toestellen wordt de verbrandingslucht direct van buiten aangevoerd en is er geen open verbinding met de ruimte waar het toestel staat opgesteld. Zie afb. 9.18.



Afb. 9.17 Open toestellen

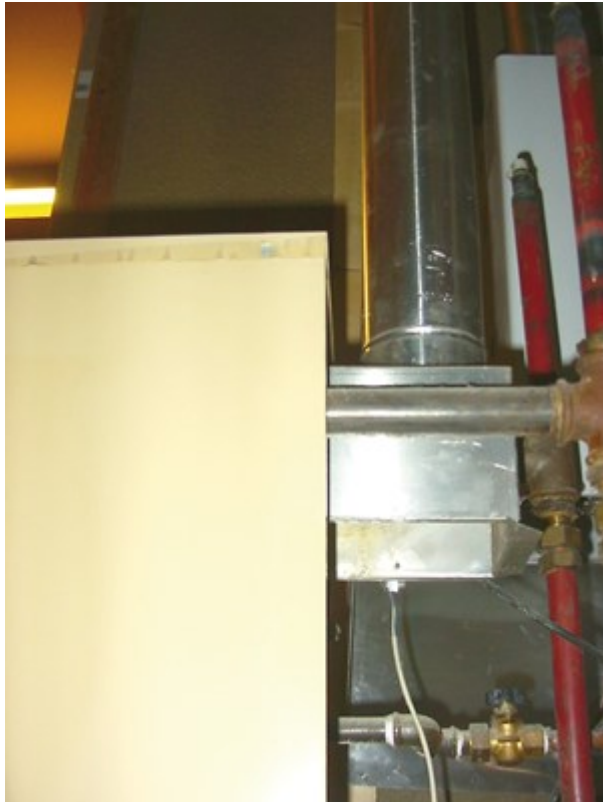


Afb. 9.18 Gesloten toestel

Bij de open toestellen kan de trekonderbreker (afb. 9.19 t/m 9.21) ook als onderdeel van de ketel (meestal aan de achterzijde) zijn uitgevoerd. Bij de open toestellen zijn de verbrandingsgassen veel heter dan bij gesloten toestellen. Hierdoor is het rendement van open toestellen minder dan dat van gesloten toestellen. Bij de open toestellen wordt ook vertrekklucht 'meegezogen' door de trekonderbreker.



Afb. 9.19 Open toestel met trekonderbreker



Afb. 9.20 Open toestel met trekonderbreker



Afb. 9.21 Open toestel met trekonderbreker

Luchtverwarmer

Luchtverwarmers zijn te verdelen in twee hoofdgroepen:

- Indirect gestookte luchtverwarmers;
- Direct gestookte luchtverwarmers.

Indirect gestookte luchtverwarmers

Bij indirect gestookte luchtverwarmers wordt met bijvoorbeeld een CV-ketel water opgewarmd en dit warme water wordt naar een warmtewisselaar gevoerd waarmee lucht wordt opgewarmd. Deze verwarmde lucht wordt dan met een ventilator door een kanalenstelsel naar de vertrekken getransporteerd. De warmtewisselaar is ongeveer zo groot als een CV-ketel en is aangesloten op een tweetal leidingen (aanvoer en retour van CV-water) en een stelsel van luchtkanalen.



Afb. 9.22 Indirect gestookte luchtverhitter

Direct gestookte luchtverwarmers

Direct gestookte luchtverwarming vindt je vooral in grote en hoge ruimten met een industrieel karakter. Dit systeem komt niet of nauwelijks voor in woningen, maar soms wel in showrooms en bouwmarkten.

Het apparaat is aangesloten op een gasleiding en een rookgasafvoer. Een ventilator in het apparaat zuigt lucht aan vanuit de ruimte.

De HR-uitvoering is herkenbaar aan de buis voor afvoer van condensaat.



Afb. 9.23 Direct gestookte luchtverhitter

Net als bij CV-ketels worden de luchtverwarmers ingedeeld naar rendement:

- Conventionele luchtverwarmers;
- VR-luchtverwarmers;
- HR-luchtverwarmers.

Kenmerkend bij luchtverwarming is de aanwezigheid van (luchttoevoer)roosters. Warme lucht wordt via een aantal roosters ingeblazen en de retourlucht stroomt via zogenaamde overstroomvoorzieningen (spleten onder deuren of roosters in of boven deuren) naar een aantal retourroosters.

Je kunt twee typen luchttoevoer bij luchtverwarming onderscheiden:

- Luchtverwarming met kernzijdige toevoer; toevoer van lucht vanuit de kern richting de gevel;
- Luchtverwarming met gevelzijdige toevoer; toevoer van lucht via roosters in de vloer bij de gevel.

De systemen met gevelzijdige toevoer vind je terug bij gevels met een matige tot slechte isolatie (dit betreft in het algemeen woningen van voor het Bouwbesluit van 1992).

Om op kernzijdige wijze te kunnen toevoeren, is een goede gevelisolatie noodzakelijk. Hierbij worden de toevoerroosters in de vloer, in het plafond of in de wand opgenomen (zowel laag als hoog in de wand).

Afb. 9.24 en 9.25 geven voorbeelden van de verschillende roosters voor luchtverwarming.



Afb. 9.24 Vloerrooster



Afb. 9.25 Wandrooster

9.3.1.2 WKK en micro-WKK

Een WKK-toestel herken je als een gas- of oliegestookt toestel dat zowel elektriciteit als warmte opwekt. Door het benutten van de warmte is het rendement van een warmtekrachtinstallatie hoger dan bij een conventionele elektriciteitscentrale.



Afb. 9.26 WKK met links (vanaf het midden) in de kast de motor



Afb. 9.27 WKK omkasting

Of er sprake is van een WKK komt naar voren uit typeplaatjes, gesprekken met de opdrachtgever of uit documentatie. Een gasmotor WKK komt regelmatig voor bij ziekenhuizen en in mindere mate in de sector verpleging en verzorging. Overige gebouwsectoren maken vrijwel geen gebruik van WKK. Een WKK wordt meestal toegepast in combinatie met een ketel. Indien een WKK tevens een noodstroomfunctie heeft, zullen er noodkoelers zijn (niet te verwarren met condensoren voor koelmachines). Deze noodkoelers kunnen zijn uitgevoerd als koeltorens. Een WKK kan in het gebouw staan opgesteld met geluidwerende voorzieningen of in een apart gebouw, wat vaak het geval is bij ziekenhuizen.

Voor woningen is de micro-WKK ontwikkeld. Micro-WKK is vergelijkbaar met 'grote' WKK. Ook hier wordt tegelijkertijd elektriciteit en warmte gemaakt, maar de warmte is hier leidend. Met andere woorden: het hoofddoel van een micro-WKK systeem is het maken van warmte en de elektriciteit is een bijproduct, die we zo goed mogelijk inzetten. Belangrijkste toepassing van micro-WKK systemen is het verwarmen van woonhuizen. In feite kun je de micro-WKK zien als een centrale verwarmingsketel, die als bijvangst elektriciteit produceert. Het (modulerend) thermisch vermogen van een micro-WKK ligt afhankelijk van de gekozen technologie, tussen de 2 en 25 kW. Het elektrisch vermogen is beperkt en ligt op maximaal 2 kW.

Het HRe-label voor micro-WKK geeft aan dat er sprake is van een hoog rendement voor zowel de verwarming als voor de opwekking van elektriciteit. De aanduiding HRe® is geregistreerd. Voor het maken van een energieprestatieberekening kun je aangeven dat het betreffende micro-WKK toestel voldoet aan het HRe-label. Alleen als het toestel is voorzien van het label zoals in afb. 9.28 mag dit worden aangegeven.



Afb. 9.28 Gaskeurlabel WKK

Bij WKK-installaties zie je een extra elektriciteitsmeter aanwezig om de teruglevering van elektriciteit aan het net bij te houden. Ook is de WKK-installatie voorzien van een extra elektriciteitsschakelaar om de levering van elektriciteit aan de woninginstallatie en het net te kunnen onderbreken.

Let op:

1. Micro-WKK is altijd met bijstook en kan in één omkasting zitten. Vermogen van de micro-WKK heeft alleen betrekking op de micro-WKK en niet op de bijstook;
2. Bijstook bij WKK wordt als aparte opwekker beschouwd.

9.3.1.3 Warmtepompen

Warmtepompen zijn er in diverse uitvoeringsvormen. Het opwekkingsrendement van warmtepompen is afhankelijk van:

- Type opwekker;
- Type warmtepomp;
- Warmtebron;
- Distributie medium en temperatuur.

Type opwekker bij warmtepomp

De volgende type opwekker kun je onderscheiden:

- Gasmotor warmtepomp;
- Gasabsorptie warmtepomp;
- Elektrische warmtepomp.

Een gasgestookte warmtepomp herken je aan de aanwezigheid van minstens één gasteller en (meestal) gele metalen buizen ten behoeve van het transport van het gas. Een gasgestookte warmtepomp heeft daarnaast ook een rookgasafvoer (in tegenstelling tot de elektrische warmtepomp).

De gasabsorptiewarmtepompen en gasmotorwarmtepomp kom je niet snel tegen in een woning. Ze zijn meer bedoeld voor utiliteit, kantoren, zwembaden, industrie maar ook wel voor centrale ketelhuizen' voor meerdere appartementen. Bij een gasmotorwarmtepomp wordt via een gasmotor een compressor aangedreven. Absorptiewarmtepompen werken zonder compressor. De pomp functioneert door het absorberen en uitdampen van een medium.

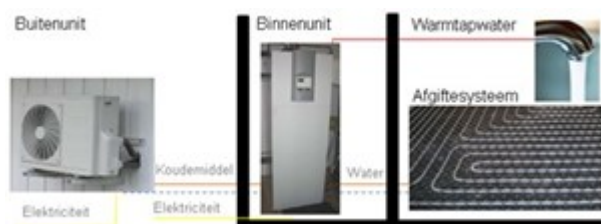
Uitvoeringsvormen bij warmtepomp

De warmtepomp onttrekt warmte uit lucht en/of water. Bij lucht kan het gaan om buitenlucht of retour/afvoerlucht. Bij water is er sprake van een bron waaruit indirect de warmte uit wordt onttrokken.

Bij warmtepompen kun je de volgende uitvoeringsvormen onderscheiden:

- Lucht/water warmtepompen: warmte wordt onttrokken uit lucht en afgegeven aan water;
- Water/water warmtepompen: warmte wordt onttrokken uit water en afgegeven aan water;
- Lucht/Lucht warmtepompen: warmte wordt onttrokken uit lucht en afgegeven aan lucht.

Lucht/water warmtepompen:



Afb. 9.29 Lucht/waterwarmtepomp

Water/waterwarmtepompen:

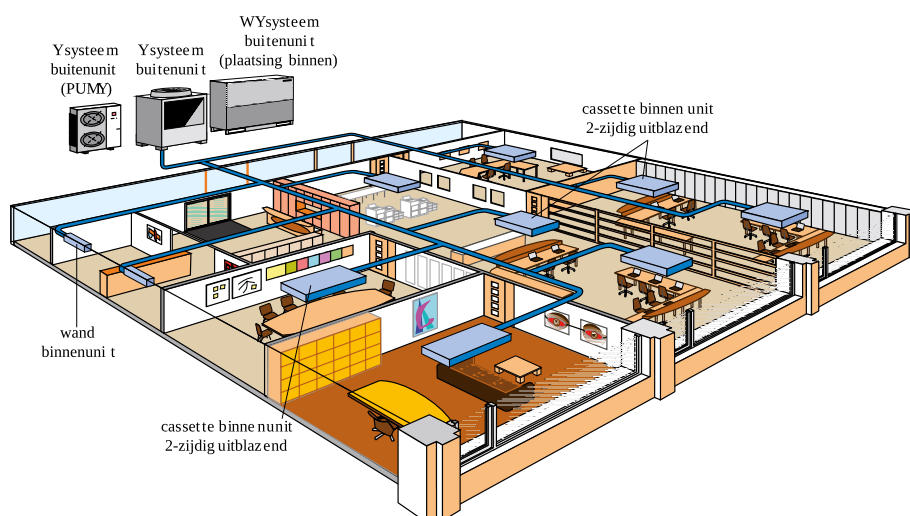


Afb. 9.30 Water-waterwarmtepomp

Lucht/Luchtwarmtepompen:
Lucht/Lucht warmtepompen kunnen vaak koelen en verwarmen.

Systemen met warmtepompen worden voor ruimteverwarming in de utiliteitsbouw steeds meer toegepast. Indien warmtepompen zijn toegepast in een gebouw, dan is dit meestal wel bekend bij de beheerder van het gebouw. Warmtepompen kunnen als aandrijvende energie gebruik maken van gas (gasmotorwarmtepomp), elektriciteit (elektrische warmtepomp) of warmte (absorptiewarmtepomp). Warmtepompen maken altijd gebruik van een (laagwaardige) warmtebron: buitenlucht, ventilatielucht, grondwater of bodem.

Een VRF/VRV-systeem is in de verwarmingsfunctie een lucht-/luchtwarmtepomp. Zie afb. 9.31.

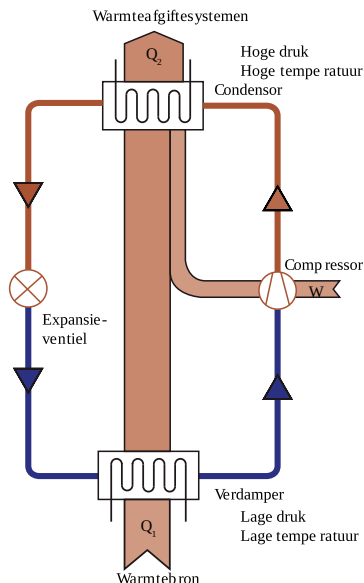


Afb. 9.31 Schematische weergave VRF-systeem

Een warmtepomp is in principe eenzelfde apparaat als een koelmachine. Aan een zijde van de warmtepomp wordt warmte onttrokken (koude geleverd) aan de omgeving, aan de andere kant wordt warmte geleverd. Zo kan bodemwarmte van 10 °C worden gebruikt om water van 40 °C te verkrijgen voor vloer- of wandverwarming.

Het omzetten van bijv. een bodemtemperatuur naar hogere temperaturen vindt in drie stappen plaats:

1. Een vloeistof (koudemiddel), waarvan het kookpunt lager ligt dan de temperatuur van de omgeving, dient als transportmiddel van de warmte. Onder invloed van de warmte die bijv. onttrokken wordt uit de bodem, verdampt de vloeistof;
2. De verdampte vloeistof wordt vervolgens samengedrukt door een compressor. Hierdoor stijgt de temperatuur van de damp;
3. De compressor verplaatst de damp via een expansieventiel naar een hoger drukgedeelte. Hier condenseert de damp tot een vloeistof. Bij deze overgang van damp naar vloeistof komt warmte vrij. De vrijkomende warmte wordt gebruikt voor het CV-systeem, omdat de temperatuur van de vloeistof nu hoger is dan bij de start van het proces. Vervolgens stroomt de vloeistof door de drijvende kracht van de compressor weer naar de verdamper, waar het proces weer van voor af aan begint.



Afb. 9.32 Schematische werking warmtepomp

In warme periodes kan het systeem ook worden gebruikt voor koeling van woning of gebouw. Afhankelijk van het type warmtepomp is deze als volgt te herkennen: Behalve de leidingen voor CV en/of tapwater bevat de warmtepomp nog een aantal leidingen of kanalen waarmee warmte wordt aangevoerd om de warmtepomp te laten werken. Warmtepompen voor de individuele woningbouw kom je in hangende en staande uitvoering tegen. De hangende uitvoering lijkt veel op een hangende CV-ketel. In het algemeen zijn warmtepompen (wat) groter dan CV-ketels.

Een warmtepomp heeft altijd aansluitingen voor:

- Aandrijving (gas/elektriciteit/warmte);
- Warmtebron (c.q. koudelevering);
- Warmtelevering.

Voor utiliteit komt de combinatie met een lange termijn energieopslag in een aquifer vaak voor.

De kleinere systemen (tot enkele tientallen kW's) worden vaak uitgevoerd als complete systemen. De warmtepomp is dan ingekapseld in geluidsisolatie tegen de geluidsbelasting van de compressor.



Afb. 9.33 Kleinere warmtepomp (met geluidsisolatie)

Grotere systemen herken je vaak losstaand en in cascade uitgevoerd (zonder geluidsisolatie). Er zijn verschillende uitvoeringsvormen, afhankelijk van het compressortype.



Afb. 9.34 Warmtepomp (zonder geluidsisolatie) (bron: Carrier)

Een warmtepomp heeft altijd aansluitingen voor:

- Aandrijving (gas/elektriciteit/warmte);
- Warmtebron (c.q. koudelevering);
- Warmtelevering.

In veel gevallen kom je warmtepompen tegen die gecombineerd zijn met verwarmingsketels. De warmtepomp levert de basislast, terwijl de ketel pieken van warmtevraag opvangt. Een dergelijk systeem wordt vaak aangeduid met de term 'bivalent'.

Voor het bepalen van het rendement van de warmtepomp kijk je op welke temperatuur water wordt geleverd en welke warmtebron wordt gebruikt. Hoe kleiner het temperatuurverschil tussen de warmtebron en de te leveren warmte, hoe beter het rendement.

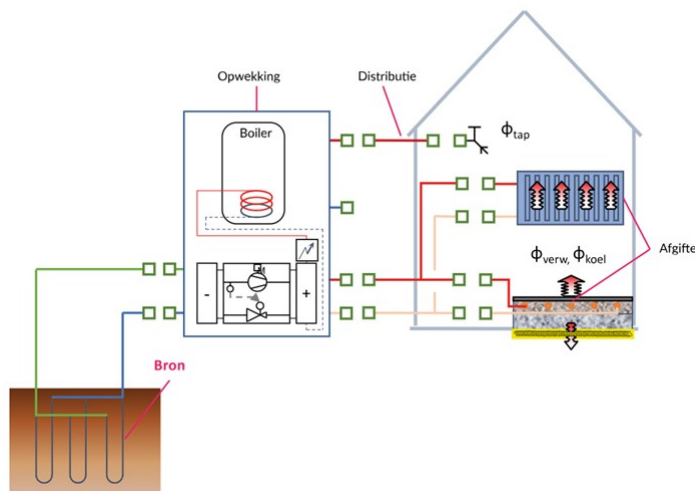
De stichting Kwaliteitskeur warmtepompen laat warmtepompen testen en geeft certificaten uit. Tijdens de testen wordt de COP van de warmtepomp bepaald bij verschillende temperaturen.

Warmtebron warmtepomp

We maken onderscheid in diverse type warmtepompen op basis van de bron waaruit de warmte wordt onttrokken. Hierna volgt een uiteenzetting van veelvoorkomende warmtepompen.

Bodem:

Een bodemwarmtepomp maakt gebruik van een verticale of horizontale bodemwarmtewisselaar waarbij een pomp een medium laat stromen dat warmte aan de bodem onttrekt en vervolgens via een warmtewisselaar afstaat aan de warmtepomp.



Afb. 9.35 Warmtepompsysteem met bodemwarmte

Hoogtemperatuur bronnen:

Er kunnen nog andere bronnen zijn dan de genoemde mogelijkheden, bijvoorbeeld van een datacentrum of restwarmte. We maken dan onderscheid in temperatuurklassen. Zie hiervoor de opnameprotocollen [1] [2].



Afb. 9.36 Verticale bodemwarmtewisselaars (bron: GroenHolland)

Verticale bodemwarmtewisselaars kunnen ook ondergebracht zijn in heipalen.

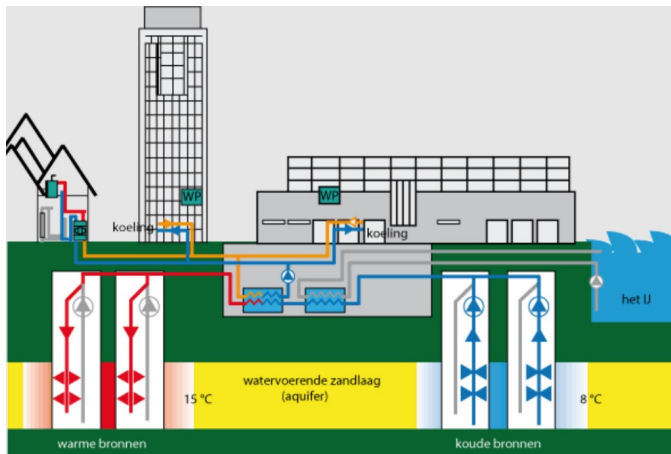
Grondwater:

Bij dit type warmtepomp wordt grondwater met een pomp opgepompt. De warmte wordt via een warmtewisselaar (verdampert) afgestaan aan de warmtepomp en vervolgens weer teruggevoerd. Er wordt hierbij geen gebruik gemaakt van een tussenmedium.

Een veelgebruikte vorm is de aquifer. Een aquifer is een watervoerende zandlaag die uitstekend geschikt is voor energieopslag in de bodem. Een aquifersysteem heeft een warme en een koude bron (soms gecombineerd);

In het geval van grondwater als bron (ook WKO of KWO genoemd) voor de warmtepomp zijn er twee uitvoeringsvormen:

- Recirculatiesysteem: Dit is een systeem waarbij er een vaste onttrekkings- en infiltratiebron is. In plaats van de pomprichting ieder half jaar om te draaien, pompt men altijd dezelfde kant op. Men verwarmt en koelt op deze manier altijd met de natuurlijk grondwatertemperatuur;
- Doubletsysteem: Dit is een systeem waarbij de pomprichting bij koelvraag de andere kant op pompt dan bij warmtevraag. Bij warmtevraag wordt van de warme bron naar de koude bron gepompt. Er is een vaste koude bron en een vast warme bron.



Afb. 9.37 Principe WKO

Buitenlucht:

Een warmtepomp op buitenlucht gebruikt buitenlucht die door een ventilator over een warmtewisselaar wordt geleid. Deze buitenlucht staat dan warmte af aan de warmtepomp. In de zomer fungeert de warmtewisselaar als condensor. Zie bijvoorbeeld de warmtepomp in afb. 9.30.

Retourlucht:

Warmte komt uit de retour of afvoerlucht. Een veel hoger temperatuurniveau kan worden gerealiseerd door de lucht te gebruiken die wordt afgevoerd uit het gebouw. Warmte uit de afvoerlucht als bron voor de warmtepomp is herkenbaar aan een warmtewisselaar in de afvoersectie van de luchtbehandelingskast die de warmtepomp kan voeden. Dit systeem wordt niet veel toegepast omdat er onvoldoende warmtecapaciteit in de lucht zit.

9.3.1.4 Elektrische verwarming

Elektrische verwarming kan via de lucht en/of straling. Elektrische luchtverwarming kun je herkennen als een type verwarming waarbij de lucht wordt verwarmd zonder dat de ruimte via deze verwarming met infrarode straling wordt verwarmd. Soms worden ook elektrische radiatoren of stralingspanelen (zoals infraroodpanelen) toegepast.



Afb. 9.38 Infraroodpaneel in de keuken, aan het plafond gemonteerd

9.3.1.5 Kachels en ketels met biobrandstof

Bij op biomassa gestookte toestellen maken we onderscheid in kachels en ketels. Een kachel is een lokaal verbrandingstoestel, een ketel is een centraal opgesteld verwarmingstoestel. Onder

lokale verwarming op olie of gas vallen bijvoorbeeld gevelkachels en gashaarden, maar ook houtkachels en open haarden.

Bij lokale (gas)verwarming kan via één toestel één kamer worden verwarmd. Lokale gasverwarming komt vrijwel alleen voor in oudere woningen. Zie ook afb. 9.8. Er zijn zowel open als gesloten toestellen beschikbaar. De meeste gashaarden zijn open verbrandingstoestellen die de benodigde lucht uit het vertrek zelf halen. Gaskachels zijn gesloten toestellen. De lucht voor verbranding komt meestal via de gevel naar binnen en de verbrandingsgassen gaan in omgekeerde richting naar buiten.

Behalve de staande typen kachels komen ook zogeheten inbouwhaarden voor. Deze kunnen zowel gasgestookt als elektrisch zijn.

Daarnaast bestaan ook kachels of sierhaarden die naast een centrale verwarming aanwezig zijn. Dit is meestal bedoeld als sfeerverwarming.

De kachel kun je herkennen doordat het een staand toestel is waarbij warme lucht via een rooster het vertrek in komt of waarbij men via een venster de vlammen kan zien. De kachel is in het algemeen geschikt voor één type brandstof: gas (aardgas of propaan), olie of hout. Er bestaan ook zogenoemde 'allesbranders' maar deze benaming is misleidend omdat deze allesbranders alleen geschikt zijn voor vaste brandstoffen. Toepassing is zowel als enige verwarmingsbron in een vertrek (vooral in oudere woningen) of als sfeerverwarming naast de CV-verwarming.

Voorbeelden:

- Kachels: Vrijstaande houtkachel, Inbouw-/inzetkachel, pelletkachel, Accumulerende toestellen;
- Ketels: Met hand of automatisch gestookt.



Afb. 9.39 Gaskachel



Afb. 9.40 Gaskachel als sierhaard



Afb. 9.41 Gaskachel als sierhaard



Afb. 9.42 Pelletkachel als sfeerverwarming

Moederhaarden:

De moederhaard onderscheidt zich van de (gas)kachel doordat deze haard tevens dienst doet als CV-ketel voor een aantal radiatoren in andere vertrekken. Het kenmerkende verschil met een (gas)haard is dan ook dat er van de moederhaard nog een aantal leidingen naar radiatoren lopen. Moederhaarden hebben een conventioneel rendement. In het verleden was deze oplossing bij met name woningbouwcorporaties heel populair. In de vervangingsmarkt worden deze toestellen nog steeds gebruikt.

9.3.1.6 Zonne-energiesysteem

Een thermisch zonne-energiesysteem is een zonneboilerinstallatie die bestaat uit een opslagvat, een aantal thermische zonnecollectoren op het dak en een naverwarmingstoestel. Als de zon onvoldoende warmte levert, zorgt het naverwarmingstoestel ervoor dat de gewenste temperatuur wordt bereikt. Dit toestel kan bijvoorbeeld een elektrische weerstand of een centrale verwarmingsketel zijn. De zonnecollectoren bestaan uit vlakkeplaatcollectoren of vacuümcollectoren. Een thermisch zonne-energiesysteem kan warmte leveren voor ruimteverwarming, maar ook voor warmtapwater. Zie hoofdstuk 13 voor meer gedetailleerde informatie.

9.3.1.7 Externe warmtelevering (warmtelevering derden)

Gebouwen en woningen kunnen, afhankelijk van de locatie, aangesloten zijn op stadsverwarming. Aansluiting op het stadsverwarmingsnet komt naar voren uit gesprekken met de gebouwbeheerder of facturen. De aansluiting van het gebouw of de woning op het stadsverwarmingsnet vindt plaats via een warmtewisselaar. In deze warmtewisselaar draagt de stadsverwarming de warmte over aan het watercircuit in het gebouw en van daaruit wordt dan de warmte over het gebouw of de woning verdeeld. Niet te verwarren met de warmtewisselaar bij koudeopslag in de bodem. Bij stadsverwarming is de kans op een aansluiting van het gebouw op het gasnet klein.

De warmteopwekker bevindt zich buiten het gebouw en buiten het perceel. Als de opwekker zich op hetzelfde perceel bevindt, dan spreek je niet van externe warmtelevering maar van een collectieve installatie.

Bij externe warmtelevering vind je meestal geen centrale of plaatselijke warmteopwekker (ketel, warmtepomp) in het gebouw terug. De warmte wordt aangevoerd via twee (of meer) leidingen die zijn gekoppeld aan een distributienetwerk. Dit distributienetwerk kan ondergronds of bovengronds liggen en levert warmte aan meerdere gebouwen, soms over grotere afstanden. Meestal zijn de leidingen aangesloten op een onderstation.

Bij kleinschalige aansluitingen bestaat het onderstation uit een compacte installatie, die erg lijkt op een gewone verdeelcollector. Vaak is er een meter aanwezig die de hoeveelheid afgeleverde warmte registreert.

Voor woningen geldt dat als de warmteopwekking voor ruimteverwarming buiten de woning en/of het bouwblok plaatsvindt, je over warmtelevering door derden (restwarmte) spreekt. Als derden warmte leveren, is vaak ook bekend of er leidingisolatie en/of individuele bemetering is toegepast. Woningen en woongebouwen kunnen afhankelijk van de locatie, aangesloten zijn op stadsverwarming.

9.3.2 Meerdere opwekkers

In een verwarmingssysteem kunnen meerdere opwekkers zijn opgenomen. Van deze opwekkers heb je het nominale vermogen nodig per opwekker. Dit is terug te vinden op het typeplaatje van de warmteopwekker of de documentatie. Hieronder volgen een aantal alternatieve voorbeelden waarop je het nominale vermogen van de warmteopwekker kan terugvinden.



Afb. 9.43 Nominiaal vermogen biomassa ketel, 11 kW



Afb. 9.44 Vermogen van de elektrische verwarming, 2 kW



Afb. 9.45 Nominiaal vermogen gasketels, 25 kW



Afb. 9.46 Nominale vermogen lokale gaskachel, type G20: 8,1 kW

ecoGEN-200SG

Warmtekraftkoppelingseenheid



Brandstof	Aardgas
Werkwijze	Paralel op het L.S.-net
Elektrisch vermogen	200 kW (bij noodstroom: 180 kW)
Thermisch vermogen	277 kW (385 kW met condensaat)
Verbruik	535 kW (volgens ISO 3046-1 tot 514)
Globaal rendement	89,2% (94,3% met condensaat)
Elektrisch & Thermisch rendement	37,5% & 51,7% (36,8% met condensaat)
Spanning	3x400 VAC
cos φ	1
Emissies (NOx/CO)	500/200 mg/Nm3 (bij 5% O2)
Geluidsniveau	70 dBA op 1 meter
Uitgangstemperatuur	max 90 °C
Teruglooptemperatuur	max 70 °C

Afb. 9.47 Thermisch vermogen WKK (277 kW)

Verwarmingsvermogen, A2/W35	2,50 kW
Rendement, COP, EN 14511, A2/W35	3,80
Opgenomen vermogen, effectief, A2/W35	0,66 kW
Stroomverbruik, A2/W35	3,20 A
Verwarmingsvermogen, A7/W35	3,20 kW
Rendement, COP, EN14511, A7/W35	5,00
Opgenomen vermogen, effectief, A7/W35	0,64 kW
Stroomverbruik, A7/W35	3,20 A
Verwarmingsvermogen, A7/W45	3,10 kW
Rendement, COP, EN 14511, A7/W45	3,60
Opgenomen vermogen, effectief, A7/W45	0,86 kW
Stroomverbruik, A7/W45	4,10 A
Verwarmingsvermogen, A7/W55	2,80 kW
Rendement, COP, EN 14511, A7/W55	2,60
Opgenomen vermogen, effectief, A7/W55	1,08 kW
Stroomverbruik, A7/W55	4,90 A

Afb. 9.48 Nominaal vermogen warmtepomp bij verschillende temperatuurtrajecten bijv. A7/W35: 3,2 kW

Vermogensgegevens volgens EN 14511		
Verwarmingsvermogen		1,5 - 6
0/35 nominaal		
Nominaal vermogen (P _H)	kW	3,15
Geleverd vermogen (P _E)	kW	0,67
COP		4,72
0/45 nominaal		
Nominaal vermogen (P _H)	kW	2,87
Geleverd vermogen (P _E)	kW	0,79
COP		3,61
10/35 nominaal		
Nominaal vermogen (P _H)	kW	4,30
Geleverd vermogen (P _E)	kW	0,66
COP		6,49
10/45 nominaal		
Nominaal vermogen (P _H)	kW	3,98
Geleverd vermogen (P _E)	kW	0,83
COP		4,79
SCOP volgens EN 14825		

Afb. 9.49 Nominaal vermogen van een warmtepomp met bodem als bron, bijv. 3,15 kW

9.3.3 Fabricagejaar
Informatie over dit onderwerp kun je terugvinden in de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2].

9.3.4 Ontwerptemperatuurklasse

Informatie over dit onderwerp kun je terugvinden in de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2].

9.3.5 Opstelplaats opwektoestel

Informatie over dit onderwerp kun je terugvinden in de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2].

9.3.6 Additioneel geplaatst toestel

Informatie over dit onderwerp kun je terugvinden in de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2].

9.4 DISTRIBUTIE

9.4.1 Distributiemedium

De distributie van warmte voor ruimteverwarming vindt plaats via water van de (centraal opgestelde) opwekker naar de afgiftesystemen. Bij lokale systemen staat de combinatie van opwekker en afgiftesysteem in de ruimte die verwarmd wordt.

Bij watergevoerde systemen is er meestal sprake van een centraal opgestelde opwekker. Vanuit deze opwekker wordt de warmte met leidingen naar andere ruimten gedistribueerd of naar de luchtbehandelingskast.

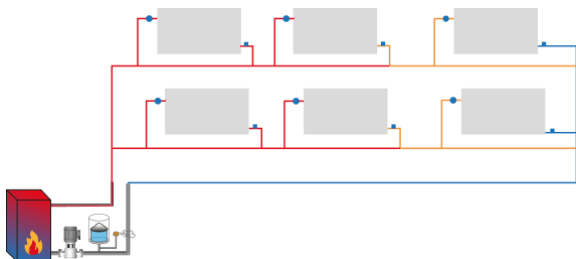
9.4.2 Distributiesysteem

Je komt in de praktijk drie typen watergevoerde distributiesystemen tegen:

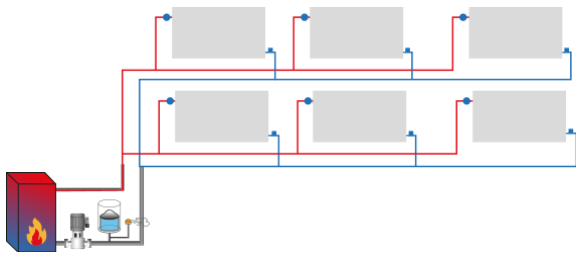
- Eenpijpssysteem;
- Tweepijpssysteem, inclusief een Tichelmansysteem;
- Gerenoveerd eenpijpssysteem.

In Nederland komen overwegend tweepijpssystemen voor. Er is sprake van een gerenoveerd eenpijpssysteem als het debiet dynamisch is ingeregeld afhankelijk van de belasting, en als de distributieleidingen zijn geïsoleerd. In de leidingen zijn dan appendages aanwezig die zorgdragen voor dynamisch inregelen. In Nederland komt dit nagenoeg niet voor.

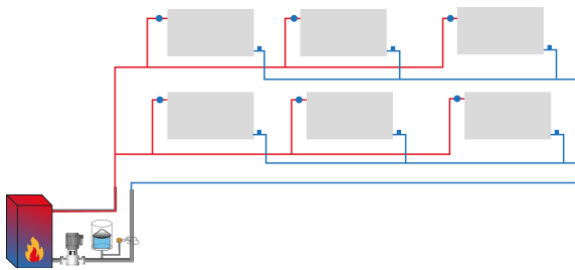
Voorbeelden eenpijpssysteem, tweepijpssysteem en Tichelmansysteem



Afb. 9.50 Eenpijpssysteem (retourwater radiator stroomt naar aanvoer volgende radiator)



Afb. 9.51 Tweepijpssysteem



Afb. 9.52 Tichelman systeem (tweepijpsysteem, aanvoerleiding en retourleiding van en naar alle radiatoren even lang)

9.4.3 Waterzijdig inregelen

De randvoorwaarden voor het waterzijdig inregelen vind je terug in de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2]. Of een verwarmingssysteem in te regelen is, kun je herkennen aan de aanwezigheid van inregelafsluiters. Voor enkele voorbeelden zie afb. 9.53 en 9.54.



Afb. 9.53 Inregelafsluiter (afsluiter met rode handbediening)



Afb. 9.54 Inregelafsluiter

9.4.4 Pompen

In installaties zijn pompen opgenomen om het warme water te laten circuleren van de warmteopwekker naar de warmteafgiftesystemen en vice versa. In een energieprestatieberekening gaat het dan om:

- Een hoofdcirculatiepomp bij een collectief verwarmingssysteem en/of;
- Aanvullende circulatiepompen bij een collectief systeem;
- Of om een circulatiepomp voor vloerverwarming bij een individueel systeem.

Bij warmtelevering door derden komt een hoofdcirculatiepomp altijd voor als de warmte via een warmtewisselaar aan het gebouw wordt afgegeven. Complete toestellen, zoals vaak bij combiketels voorkomt, hebben een geïntegreerde pomp. In andere gevallen kom je ten minste één separate circulatiepomp tegen in het distributiesysteem.

Het opgenomen vermogen van de pomp is afhankelijk van de volumestroom (flow), de drukopbrengst, het pompendement en het motorrendement van de pomp. Deze zijn vaak niet bekend. Ook de vermogens, welke op de pomp staan, zijn niet altijd representatief voor het werkelijk afgenomen vermogen. In de meeste gevallen kies je dan ook vaak voor een forfaitair vermogen. Als het pompvermogen in maximale bedrijfssituatie wordt gemeten of als er een leidingnetberekening met pompselectie is gemaakt, is het werkelijk vermogen bekend.

Het werkelijk vermogen van de pomp(en) vind je terug in een vermogensberekening, een inregelrapport van het distributiesysteem, of in een leidingnetberekening met pompselectie.



Afb. 9.55 Circulatiepomp

9.4.5 Distributieleidingen

Distributieleidingen voor verwarming zijn vaak te herkennen aan de isolatie rondom deze leidingen.

Isolatie rondom verwarmingsleidingen herken je meestal aan een buisvormig, schuimachtig materiaal of minerale wol dat de (metalen) verwarmingsleiding bekleedt. Bij leidingen die zijn ingestort in de vloer of de wand (ingebed) kan vaak worden uitgegaan van niet-geïsoleerde leidingen.



Afb. 9.56 Isolatie leidingen verwarming



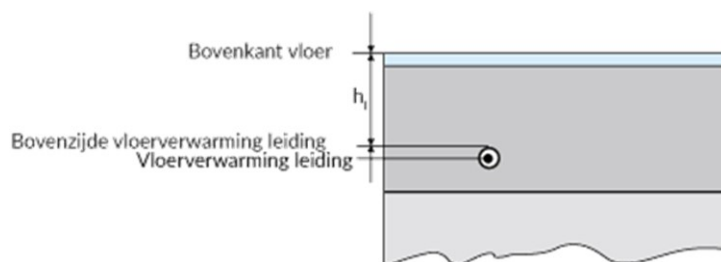
Afb. 9.57 Isolatie leidingen verwarming (linker twee leidingen)

De warmtegeleidingscoëfficiënten van veel gebruikte constructiematerialen staan in bijlage E van de NTA8800 [5]. De warmtegeleidingscoëfficiënt wordt gegeven in $W/m \cdot K$.

Tabel 9.3 Overzicht van materialen voor leidingisolatie

Isolatiemateriaal	Warmtegeleidingscoëfficiënt [$W/m \cdot K$]
PUR-schalen, PIR-schalen	0,025
Glaswoldeken (apparaten), Steenwolschalen (CV)	0,034
Glaswolschalen, kurk	0,035
Glaswolplaat	0,036
Synthetisch rubber	0,037
Glaswoldeken (kanalen)	0,038
Polyethyleen	0,04
Glasschuimschalen	0,05

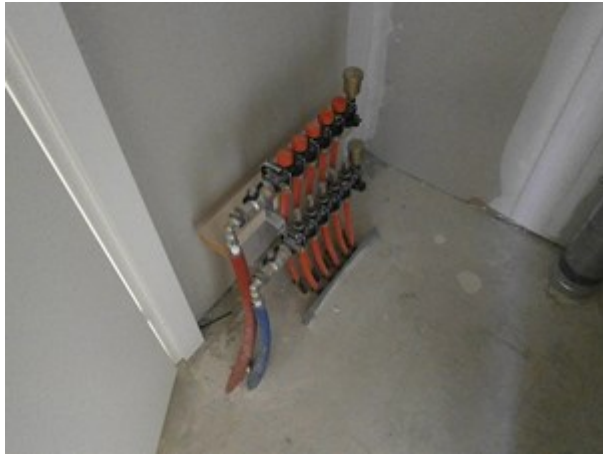
Leidingen kunnen ook ingestort zijn, zoals bij vloerverwarming het geval is. Zie afb. 9.58.



Afb. 9.58 Schematische voorstelling van een leiding ingebed in een constructie

Verdeler/verzamelaar

Bij distributie met verdeler/verzamelaar zijn de radiatoren aangesloten op leidingen die meestal per verdieping zijn aangesloten op de hoofddistributieleidingen. Bij oudere systemen is in de woning veel leidingwerk zichtbaar aanwezig. In moderne woningen zijn de leidingen in de vloer weggewerkt en wordt gewerkt met verdelers waarop iedere radiator een aan- en afvoer heeft.



Afb. 9.59 Verdelers/verzamelaar

Verdelers zijn vaak weggewerkt in de afwerkvloeren, ze zijn dus lastig te herkennen. We maken onderscheid in niet-geïsoleerde en geïsoleerde verdelers en leidingen.

Extra distributiepompen bij vloer- en/of wandverwarming:
Indien er vloerverwarming of wandverwarming aanwezig is, ga dan na of er ten behoeve van dit type afgiftesysteem een extra pomp is geïnstalleerd. Afb. 9.60 en 9.61 tonen de extra pomp voor vloerverwarming.



Afb. 9.60 Verdelers met pomp



Afb. 9.61 Verdeler met pomp

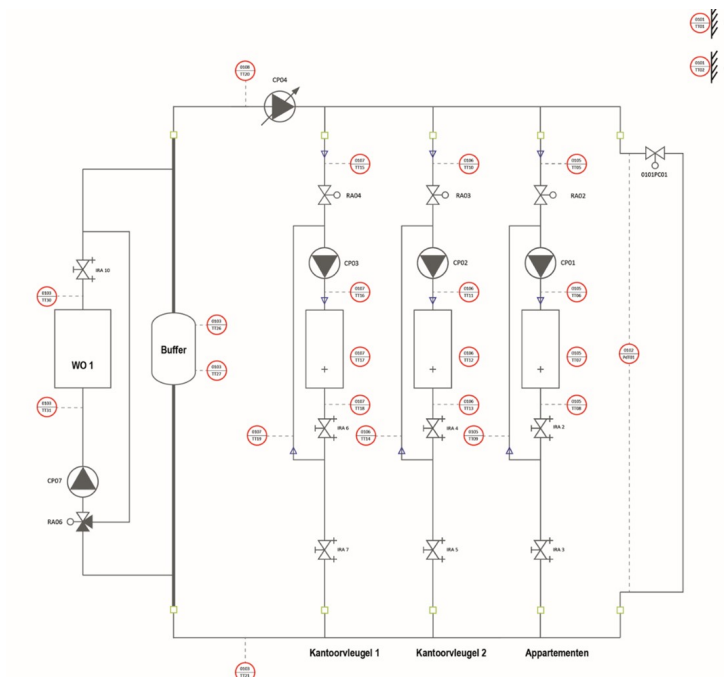
Verdelers/verzamelaars zijn er in vele vormen en maten. Voor utiliteitsgebouwen zijn de verdelers/verzamelaars een stuk groter. Zie afb. 9.62.



Afb. 9.62 Verdeler/verzamelaar utiliteitsgebouw

Buffervaten

In verwarmingsinstallaties kom je regelmatig buffervaten tegen. Buffervaten dienen voor de tijdelijke opslag van warmte om bijvoorbeeld ongewenst schakelgedrag van warmteopwekkers te voorkomen. Bij warmtepompen vind je bijvoorbeeld buffervaten terug om veelvuldig schakelen van de compressoren te voorkomen. Hiermee wordt de levensduur van de warmteopwekker verlengd. Buffervaten herken je als grote vaten die nabij een warmteopwekker staan. In afb. 9.63 staat het buffervat opgenomen in het principeschema. In afb. 9.64 staat het buffervat naast de warmtepomp en de tapwaterboiler.



Afb. 9.63 Buffervat in het hydraulisch prinsipschema naast warmteopwekker WO1



Afb. 9.64 Buffervat naast tapwaterboiler en warmtepomp

9.4.6 Warmtemeters

In een distributieleiding kun je warmtemeters aantreffen. Warmtemeters geven inzicht in het warmtegebruik van verschillende gebruikers of verschillende bouwdelen.



Afb. 9.65 Warmtemeter (Bron Kamstrup)

9.5 AFGIFTE

Een afgiftesysteem zorgt ervoor dat de warmte van het distributiesysteem in de ruimte komt. In deze paragraaf gaan we dieper in op de verschillende afgiftesystemen.

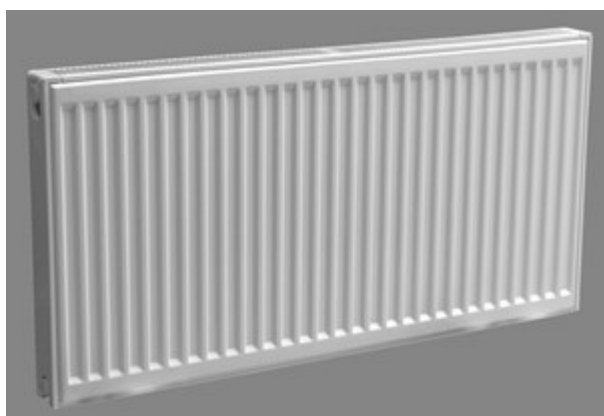
9.5.1 Type afgiftesysteem

De volgende systemen kun je onderscheiden:

- Radiatoren;
- Vloerverwarming;
- Ventilator gedreven radiatoren en/of convectoren;
- Luchtverwarming;
- Alle overige situaties of onbekend

Radiatoren

Radiatoren en convectoren herken je als afgiftesystemen waarbij warm water door buizen of platen stroomt die op hun beurt stralings- en/of convectorwarmte afgeven. Bij een convector stroomt water door een buis die is omgeven door een warmtewisselaar van aluminium lamellen, waardoor circulatie van warme lucht ontstaat.



Afb. 9.66 Radiator



Afb. 9.67 Convector

Je komt ook losse add-on systemen tegen die de lucht geforceerd langs het verwarmd oppervlak laten stromen. Add-on ventilatoren worden geplaatst tussen de panelen van een radiator. Deze systemen hebben een stekkerverbinding voor de elektrische voeding. Voor de energieprestatieberekening zijn add-on systemen niet van belang.



Afb. 9.68 Add-on ventilator

Verder is de opstelplaats van radiatoren van belang. Staat de radiator voor een binnenwand of buitenwand?

Indien de radiator voor een buitenwand staat, ga je na of de radiator is geplaatst voor een:

- Lichtdoorlatende constructie, grenzend aan buiten zonder radiatorfolie;
- Lichtdoorlatende constructie, grenzend aan buiten met radiatorfolie;
- Buitenwand.

Voorbeelden van lichtdoorlatende constructies zijn ramen en glazen bouwstenen. De ramen kunnen van helderglas of matglas zijn. Radiatorfolie voorkomt stralingsverliezen via isolatie en/of reflectie.

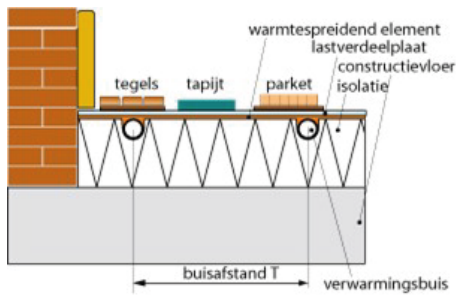
In gebouwen komen de diverse type opstelplaatsen naast elkaar voor.

Vloerverwarming

Het is ook mogelijk om de ruimte te verwarmen met vloerverwarming. Vloerverwarming is vaak weggewerkt in de bouwkundige constructie en is daardoor lastiger te herkennen. Vaak herken je vloerverwarming aan de aanwezigheid van een verdeler voor de vloerverwarming.

In een rekenzone met een maximale hoogte groter dan 4 meter voor vloerverwarming houd je rekening met de steek tussen de leidingen en de mate van isolatie. De steek (buisafstand) bij vloerverwarming kan aan de gevelzones kleiner zijn dan in de middenzone van een ruimte. In dat geval houd je de steek in het midden van de middenzone van de ruimte aan.

Als de steek in de verschillende ruimten in de rekenzone verschilt dan houd je de steek in de ruimte met de grootste gebruiksoppervlakte aan. Een schematische voorstelling van de steek staat in afb. 9.69.



Afb. 9.69 Schematische weergave van de buisafstand (steek)

Ventilator gedreven radiatoren en/of convectoren

Een ventilatorconvector is een verwarmingslichaam die via een ventilator verwarmde lucht in een ruimte brengt en recirculeert. Een voorbeeld van een ventilatorconvector staat in afb. 9.70 en 9.71.



Afb. 9.70 Ventilatorconvector



Afb. 9.71 Ventilatorconvector

Een omkeerbare airco of VRF-systeem kan koelen en verwarmen. Het betreft feitelijk ook een ventilatorconvector.



Afb. 9.72 Binnendeel airco

Luchtverwarming

We maken onderscheid in de volgende typen toestellen:

- Elektrische verwarming;
- Lokale dynamische warmteopslag, zoals bijvoorbeeld speksteen radiatoren of phase change materials (PCM);
- Donkerstralers;



Afb. 9.73 Donkerstraler (bron: MARK CLIMATE TECHNOLOGY)

Kenmerkend aan donkerstralers is dat ze geen zichtbaar licht uitstralen. De panelen kunnen direct gas- of elektrisch gestookt zijn of water gevoed door een hoge temperatuur warmteopwekker, zoals een CV-ketel.

- En overige situaties.

Elektrische verwarming met warmteopslag is zo ontworpen, dat de warmte zonder energieverlies in de speciale (keramische) elementen wordt opgeslagen. Zodra de elektrische oppervlakteverwarmingen hun optimale temperatuur hebben bereikt, kan de warmteafgifte voor een bepaalde tijdsduur zonder stroom, afhankelijk van het setpoint van de thermostaat, worden voortgezet. Uit de productinformatie kun je dan afleiden of het om een elektrische verwarming met warmteopslag gaat.

Een andere manier van tijdelijk warmte opslaan is door het gebruik van faseovergangsmaterialen, of Phase Change Materials (afgekort PCM). Deze materialen zitten meestal in panelen boven verlaagde plafonds of in de bouwkundige constructie verwerkt. Informatie hierover kun je uit het ontwerp of revisiedossier halen.

Directe en indirecte gestookte luchtverwarming

Directe gestookte luchtverwarming:

Deze vorm van luchtverwarming bestaat uit verwarmingssystemen met gedecentraliseerde warmteopwekking. De opwekker verwarmt de lucht en blaast deze in de ruimte(n). Een axiale recirculatieluchtventilator heeft alleen een ventilator voor de toevoer van verbrandingslucht. Directe luchtverwarming met, naast een ventilator voor de toevoer van verbrandingslucht, een extra ventilator voor de toevoer van warmte, betreft luchtverwarming met een radiale recirculatieluchtventilator.

Direct gestookte luchtverwarming vind je vooral in grote en hoge ruimten met een industrieel karakter. Dit systeem komt niet of nauwelijks voor in utiliteitsgebouwen, maar soms wel in showrooms en bouwmarkten. Het apparaat is aangesloten op een gasleiding en een

rookgasafvoer. Een ventilator in het apparaat zuigt lucht aan vanuit de ruimte. Voor een voorbeeld van een direct gestookte luchtverhitter zie afb. 9.23.

Indirecte luchtverwarming:

Deze vorm van luchtverwarming is van toepassing als er een centrale opwekker is, en er voor de warmteafgifte in de rekenzone hulpenergie nodig is. Er wordt dan voor de ventilatoren elektrisch vermogen opgenomen. Luchtverwarmingssystemen zonder aanvullende ventilatoren met LT-afgiftesysteem zijn alleen mogelijk bij plafondhoogten tot 6 m. Voor een voorbeeld van een indirect gestookte luchtverhitter zie afb. 9.22.

Plafond- en wandverwarming

Het is ook mogelijk dat je plafond- en/of wandverwarming in de praktijk tegenkomt. Dit type verwarming is vaak verwerkt in de bouwkundige constructie waardoor deze moeilijk zichtbaar is. Afb. 9.74 toont een voorbeeld van een plafond- en wandverwarmingssysteem.



Afb. 9.74 Plafond- en wandverwarmingssysteem (bron: Technea)

Alle overige situaties of onbekend

Biomassa kachel, lokale gasverwarming of elektrische verwarming. Je kunt de volgende typen lokale verwarming onderscheiden:

- Biomassakachel;
- Lokale gasverwarming;
- Centrale elektrische verwarming;
- Lokale elektrische verwarming.

9.5.2 Meerdere afgiftesystemen

Informatie over dit onderwerp kun je terugvinden in de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2].

9.5.3 Regeling afgiftesysteem

In het algemeen zijn aspecten die te maken hebben met de regeling van de klimaatinstallatie moeilijk te herkennen. Het opsporen van de regelapparatuur in het gebouw is niet eenvoudig, doordat er veel fabrikanten en dus veel verschillende verschijningsvormen zijn. Je komt de volgende type regelingen tegen:

- Regeling in hoofdvertrek: In het hoofdvertrek is een regeling aanwezig die de verwarming regelt. Hieronder vallen regelingen met (mobiele) kamerthermostaten. In de andere vertrekken zijn geen naregelingen aanwezig.
- Centrale regeling met naregeling per ruimte: Een voorbeeld hiervan is de situatie waarbij het hoofdvertrek voorzien is van een ruimtethermostaat en radiatoren en/ of convectoren zijn voorzien van thermostaatkranen. Een ander voorbeeld is een centrale regeling met een stooklijn op basis van de buitentemperatuur in combinatie met radiatoren en/ of convectoren die voorzien zijn van een thermostaatkraan.
- Individuele regeling per ruimte: Alle verblijfsruimten zijn voorzien van een ruimtethermostaat of -regeling. Ook de systemen waarbij de ruimtetemperatuur in iedere ruimte beperkt kan worden aangepast, bijvoorbeeld in de range +/- 3K ten opzichte van een centraal ingestelde waarde.
- Alle overige situaties.

Hierna volgt een toelichting per punt.

Regeling in het hoofdvertrek

Je herkent deze regeling door de aanwezigheid van een thermostaat in de ruimte zoals in afb. 9.75. In andere ruimten kom je geen regeling meer tegen.



Afb. 9.75 Kamerthermostaat (digitaal)



Afb. 9.76 Kamerthermostaat (analoog)

Centrale regeling met naregeling per ruimte

Voorbeeld kamerthermostaat en thermostaatkranen:

Deze regeling kent bijvoorbeeld in woningen een kamerthermostaat in de belangrijkste woonruimte (centrale regeling) met per ruimte een thermostaatkraan op de radiatoren (naregeling).



Afb. 9.77 Klokthermostaat (centrale regeling)



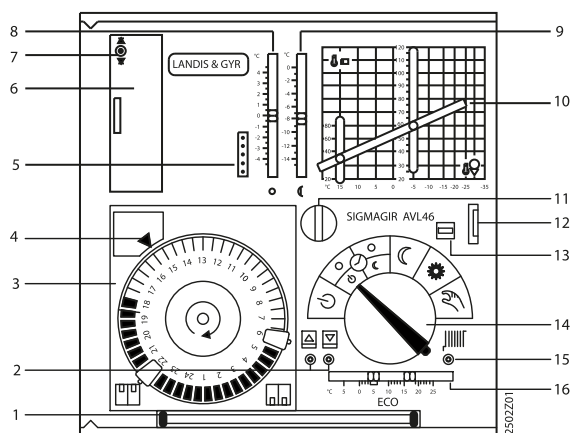
Afb. 9.78 Radiatorthermostaat (naregeling)

Voorbeeld met stooklijn warmteopwekking:

Vaak wordt de temperatuur van het geleverde warme water voorgeregeld. Hoe lager de buitentemperatuur hoe hoger de watertemperatuur. Je spreekt dan van een waterzijdige stooklijn. Deze stooklijn is instelbaar. Bij een HR-ketel is deze stooklijn mede zinvol in verband met het laten condenseren van de rookgassen ($T < 55\text{ °C}$).

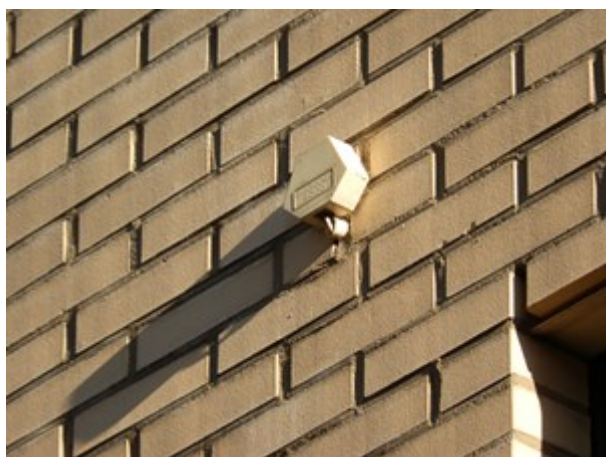
Een stooklijn voor warmteopwekking mag je niet verwarren met een stooklijn voor een afgaande groep richting de eindapparaten. Vaak is dit wel gecombineerd. Daar waar de warmteopwekking ook warmtapwater opwekt, zal de warmteopwekking zelf vaak geen stooklijn hebben.

Herkenning is niet altijd eenvoudig. De informatie komt van de beheerder af, van de bestekgegevens of uit de documentatie van de apparatuur. In sommige gevallen, meestal bij kleinere gebouwen, is een aparte weersafhankelijke regelaar aanwezig. Afb. 9.79 geeft een voorbeeld van een dergelijke regelaar.



Afb. 9.79 Weersafhankelijke regelaar (met stooklijninstelling - 10, en optimalisatie - 16) (bron: Siemens)

Bij deze regeling hoort ook een buitenvoeler. Deze hangt in het algemeen aan een noord- of noordoostgevel. De buitenvoeler kan buiten al worden herkend. Meestal gaat het om een klein kastje ergens op de wand. Bij dit type regeling wordt een zogeheten stooklijn ingesteld. Eenvoudig gezegd: hoe kouder het buiten is hoe hoger de watertemperatuur in het CV-circuit wordt opgestookt. De regeling per vertrek vindt plaats met behulp van thermostatische afsluiters.



Afb. 9.80 Buitenvoeler

Individuele regeling per ruimte

Elke ruimte heeft een eigen regeling. Dit kan in de vorm van een thermostaat zoals in afb. 9.81 of met een ruimtebedieningseenheid zoals in afb. 9.82.



Afb. 9.81 Ruimtethermostaat



Afb. 9.82 Ruimtebedieningseenheid

10 RUIMTEKOELING

10.1 INLEIDING

Een koelinstallatie omvat de installaties die het gebouw voorzien van koude om thermische behaaglijkheid mogelijk maken. Een opwekker, een distributiesysteem en een afgiftesysteem zijn hier minimaal een onderdeel van. Dit hoofdstuk gaat over het opnemen van koelinstallaties in een gebouw. Je verkrijgt inzicht hoe diverse installatiedelen zijn te herkennen.

10.1.1 Leeswijzer

Het beschrijven van een koelinstallatie gebeurt volgens de volgorde opwekking-distributie-afgifte:

1. Opwekking voor koude: Welke opwekinstallaties voor koude zijn in het gebouw aanwezig en welke ruimten koelen ze? Denk hierbij aan compressiekoeling, externe koudelevering.
2. Distributie van koude: Hoe wordt de koude gedistribueerd van opwekker naar afgifte? Media voor het transport van koude omvatten water en lucht. Transport is ook mogelijk met behulp van koudemiddelen zoals je dit terugziet bij DX-batterijen in luchtbehandelingskasten. Of VRF-systemen. Het transport van de media loopt via leidingen of luchtkanalen.
3. Afgifte van koude: Hoe wordt de koude afgegeven in de ruimte? Dit kan bijvoorbeeld via vloer-, wand- of plafondkoeling. Maar ook via lucht zoals ventilatorconvectoren.

De indeling van dit hoofdstuk is als volgt:

Tabel 10.1 Indeling hoofdstuk 10 Ruimtekoeling

Onderdeel	Aspect	Paragraaf
Koelsysteem	Invloed type koelsysteem op klimatiseringszones	10.2
Opwekking	Type opwekking	10.3
Distributie	Medium, leidingen, pompen etc.	10.4
Afgifte	Afgiftesysteem	10.5

10.1.2 Werkwijze

In de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2] komt steeds het onderdeel 'bepalen' terug. Daarin geven we aan wat je voor de energieprestatieberekening moet opnemen. Dit praktijkboek gaat dieper in op 'herkennen', waarin we onder meer omschrijven hoe een machine, apparaat of installatie eruitziet, wat het doet en welke onderdelen of varianten er zijn.

10.1.3 Te gebruiken informatiebronnen

Bij de opname van de koelinstallatie maak je gebruik van verschillende informatiebronnen. Hieronder volgt een toelichting van deze informatiebronnen:

1. Documentatie van het gebouw, zoals installatietekeningen. Controleer steekproefsgewijs of de documentatie overeenkomt met de werkelijkheid ten aanzien van types, aantallen en locaties.
Deze documentatie is vaak terug te vinden bij de beheerder of eigenaar van het gebouw. Installatietekeningen kun je herkennen aan de onderhoek of stempel rechtsonder op de tekening. Hierop staat informatie over het gebouw, welke informatie op de tekening staat en de teken- of revisiedatum;
2. Productdocumentatie van onder meer koelmachines, airco's, afgiftesystemen en gekoppelde luchtbehandelingskasten, zoals datasheets, typeplaatjes en facturen.
Informatie hierover vind je meestal terug op typeplaatjes op de installatiecomponenten, facturen, installatiehandleidingen of op de website van de fabrikant of leverancier;
3. Eigen waarnemingen en tellingen in het gebouw. Het meest betrouwbare is dat je in het gebouw de installatiecomponenten visueel controleert. Je bent immers verantwoordelijk voor de gegevens die je gebruikt om te komen tot een energieprestatieberekening.
4. Toestellen of apparaten kunnen beschikken over kwaliteitsverklaringen waar je informatie uit kan halen. Een toelichting van kwaliteitsverklaringen kun je terugvinden in paragraaf 5.2.2.

10.1.4 Dossiervorming

In de opnameprotocollen geven we aan waar het dossier aan moet voldoen. Hierna volgt een aantal tips bij het verzamelen van informatie voor het vormen van een goed dossier.

- Maak de informatie uit 10.1.3 in het dossier aannemelijk zodat de tekeningen overeenkomen met de situatie tijdens de opname;
- Maak vaak aantekeningen; dit kunnen bijvoorbeeld plattegronden zijn met daarop per ruimte aangegeven of deze wordt gekoeld en zo ja, welk afgiftesysteem er is;
- Neem veel foto's; zowel detailfoto's als overzichtsfoto's. Op een detailfoto zijn de relevante eigenschappen van het betreffende distributiesysteem, opwekker of afgiftesysteem zichtbaar, bijvoorbeeld foto's van:
 - Koelmachine of buiten-unit van de airco;
 - Typeplaatjes;
 - Isolatie van leidingen en appendages.
- Afgiftesystemen of LBK's waarop de koelinstallatie is aangesloten;
- De nominale vermogens kun je aflezen van de typenplaatjes of technische specificatie van de opwekkers;
- Maak een overzichtsfoto. De overzichtsfoto is van een grotere afstand gemaakt en daarop is te zien waar (het onderdeel van) de installatie zich bevindt in het gebouw of de ruimte. Je hoeft niet in iedere ruimte de afgiftesystemen fotograferen. Belangrijk is wel dat een representatief beeld ontstaat. Hieronder vind je een voorbeeld van drie afbeeldingen waaruit je de positie van het typeplaatje van een koudeopwekker kunt herleiden. Eerst is er een foto van het typeplaatje van de warmtepomp, daarna volgt een afbeelding van de warmtepomp waarop het typeplaatje zit. Daarna een afbeelding met de positie van de warmtepomp ten opzichte van het gebouw;
- Maak ook foto's van merk en type of maak een kopie van de aankoopfactuur als je een kwaliteitsverklaring gebruikt.

Voorbeeld foto's (overzicht en detail) opbouw



Afb. 10.1 Positie warmtepomp, buitendeel



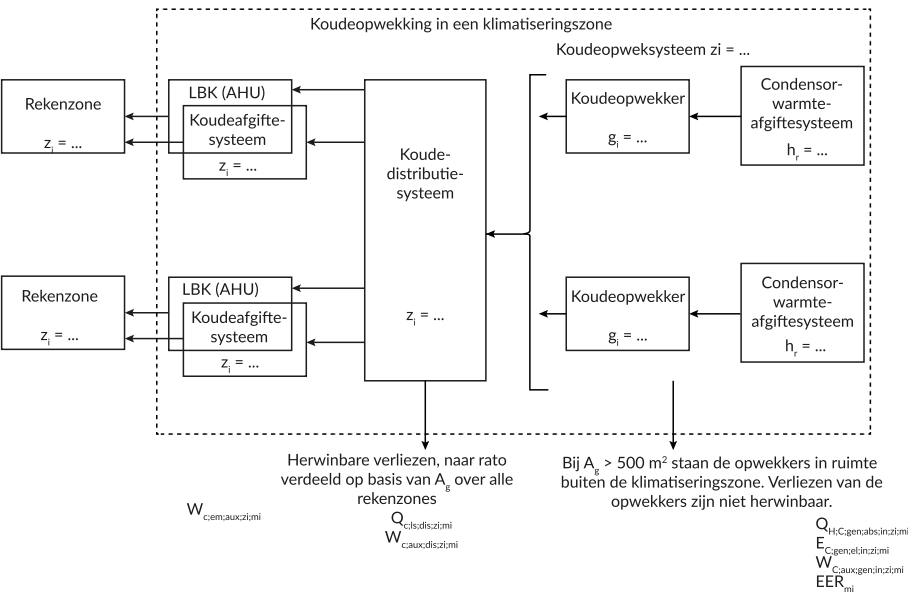
Afb. 10.2 Warmtepomp detailfoto buitendeel



Afb. 10.3 Typeplaatje warmtepomp

10.2 KOELSYSTEEM

De koelinstallatie heeft invloed op de indeling in klimatiseringszones. In een koelinstallatie zit per definitie maximaal één koudedistributiesysteem. Daar kunnen één of meer koudeopwekkers en afgiftesystemen op zijn aangesloten (zie afb. 10.4). Twee gescheiden watergevoerde distributiesystemen met een verschillende systeemtemperatuur beschouw je als twee systemen. Als in een ruimte meerdere koelinstallaties aanwezig zijn, dan is de het hoofdkoelsysteem belangrijk voor de bepaling van de klimatiseringszones. Het hoofdkoelsysteem herken je als het systeem dat het grootste aandeel koude levert.



Afb. 10.4 Koudeopwekking in een klimatiseringszone

Gebouwgebonden systemen voor ruimtekouling voor het verblijf van personen zijn systemen die tot doel hebben ruimten te koelen. Mobiele koelapparaten die voorzien zijn van een stekker, vallen niet onder gebouwgebonden systemen.

10.3 OPWEKKING

Ieder koelsysteem heeft een opwekinstallatie voor koeling. Je komt de volgende typen koelinstallaties tegen:

- Een individuele installatie die koude levert voor één gebruikseenheid. Dit kan een centraal in de gebruikseenheid opgestelde opwekker zijn of lokale koeling per ruimte;
- Een collectieve installatie die koude levert voor meerdere gebruikseenheden. Een collectieve installatie kan bestaan uit een centraal geplaatste opwekker die zich meestal op het perceel bevindt;
- Externe koudelevering waarbij de opwekker zich altijd buiten het perceel bevindt. In sommige gevallen is de precieze opwekker niet te achterhalen. Op basis van facturen of contracten kun je nagaan of er sprake is van externe koudelevering.

Er zijn verschillende typen en subtypen koude-opwekking:

- Compressiekoeling met:
 - Directe expansie in de ruimte (airconditioning);
 - Directe expansie in een LBK (DX-systeem);
 - Met indirecte verdamping.
- Absorptiekoeling;
- Vrije koeling;
- Externe koudelevering (externe opwekker en distributie).

De volgende systemen voor woningbouw vallen onder koelsystemen:

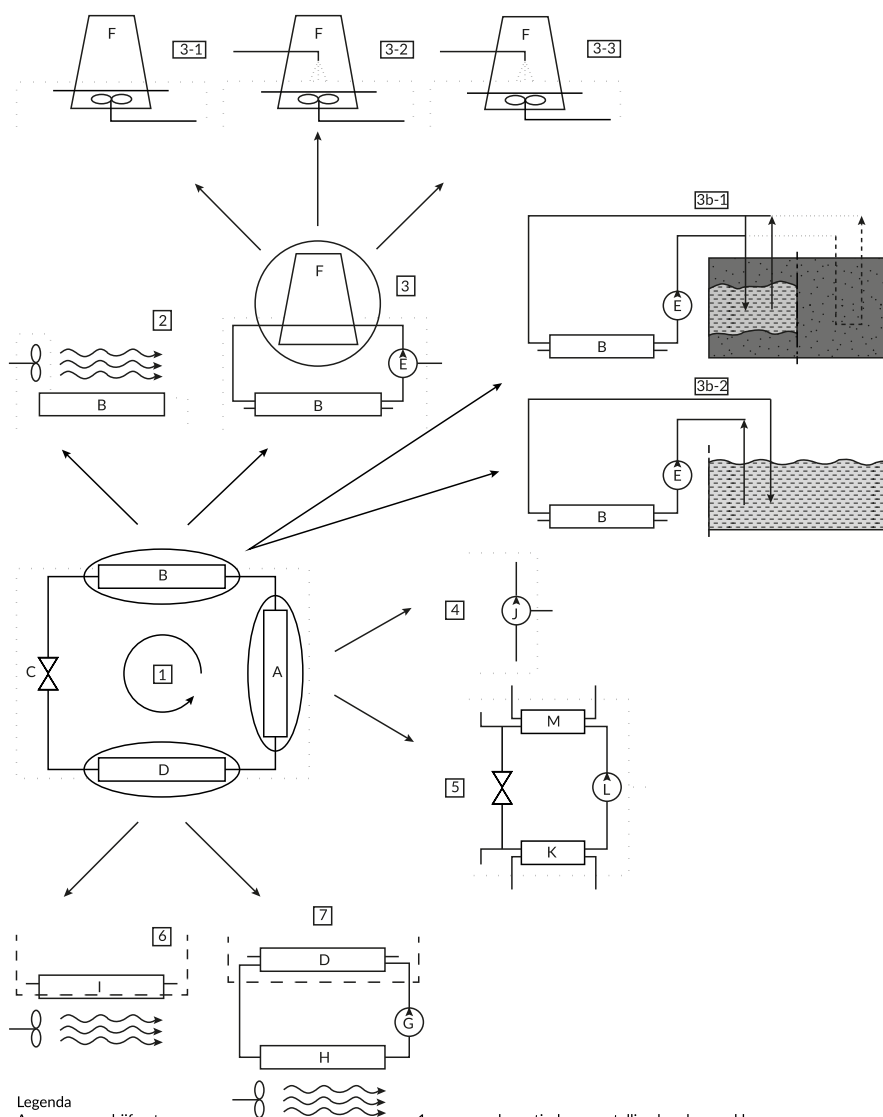
- Bodemwarmtepompen (water/water of brine/water) met vrije koeling (aquifer of bodemwarmtewisselaar);
- Warmtepompsystemen (lucht/lucht, lucht/water of water/water) met actieve koeling (met inzet van de warmtepomp) en een voor koeling geschikt afgiftesysteem;
- Externe koudelevering en een voor koeling geschikt afgiftesysteem;
- Single-split en multi-splitunits met koeling in elke verblijfsruimte;
- Dauwpuntskoeling (uitgezonderd dauwpuntskoeling op de ventilatielucht, waarbij de uitgaande luchtstroom wordt bevochtigd voor het verkrijgen van het koelend effect).

Absorptiekoeling en compressiekoeling zijn uitvoeringsvormen van een koelmachine. Een koelmachine bestaat altijd uit een aandrijfsysteem, een condensor (warmteafgifte van de opwekker), een expansieorgaan (bijvoorbeeld een expansieklep) en een verdamper (koudeafgifte van de opwekker). Bij compressiekoeling is het aandrijfsysteem een compressor en bij absorptiekoeling is dit een absorptiesysteem. De verdamper kan zijn koude direct afgeven (directe expansie) aan de ruimte, aan de toevoerlucht in een luchtbehandelingskast of aan een watergevoerd distributiesysteem.

De condensor kan zijn warmte afgeven aan (zie ook afb. 10.5):

- De buitenlucht (2);
- De bodem (3b-1, rechts);
- Grondwater (3b-1, links);
- Oppervlaktewater (3b-2);
- Aan de buitenlucht van een koeltoren. Dit kan een natte (3-2), droge (3-1) of hybride koeltoren (3-3) zijn.

In paragraaf 10.3.1 Opwektoestellen zullen we nog regelmatig naar deze afb. 10.5 verwijzen:



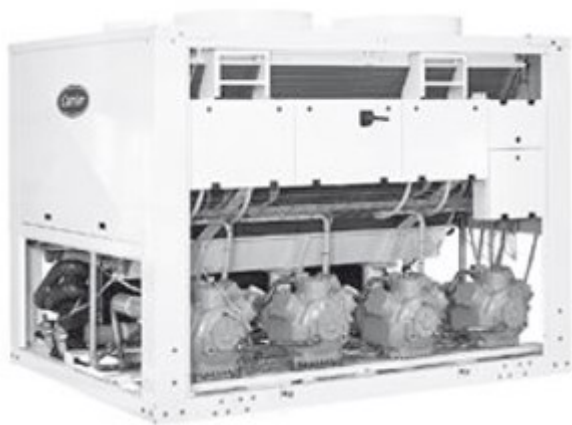
Legenda

A	aandrijfsysteem	1	schematische voorstelling koudeopwekker
B	condensor	2	luchtgekoelde condensor
C	expansieklep	3	watergekoelde condensor
D	verdamp(er)	3-1	droge koeltoren
E	koelwaterpomp	3b-1	WKO-systeem met bodemwarmtewisselaar
F	koeltoren	3-2	natte koeler (koeltoren)
G	gekoeld water pomp	3b-2	koeling via oppervlakte water
H	koudeafgifte (van gekoeld water)	3-3	hybride koeltoren
I	koudeafgifte (van de koelmachine, DX)	4	compressiesysteem
J	compressor	5	absorptiesysteem
K	absorber	6	directe expansie (DX)
L	oplosmiddelpomp	7	koeler (indirect expansie)
M	regenerator		

Afb. 10.5 Schematische voorstelling van koelmachines

Opwekkers vind je meestal terug in technische ruimten (TR) of op het dak van utiliteitsgebouwen. Daarnaast zijn koudeopwekkers vaak gesplitst in een binnen- en een buitendeel. Het buitendeel is dan vaak op het dak of naast het gebouw te vinden. Het binnendeel bevindt zich vaak in een technische ruimte als koelbatterij in een luchtbehandelingskast of als een afgiftelichaam in de ruimte van de gebruiker zelf.

In een woning vind je het buitendeel van de opwekker meestal tegen een gevel of op een balkon, het binnendeel is vaak in de ruimte van de bewoner aanwezig.



Afb. 10.6 Koelmachine voor buitenopstelling (compressoren gecombineerd met condensors) (bron: Carrier)

10.3.1 Opwektoestellen

Onderstaande paragrafen beschrijven de verschillende typen opwekkers en hoe ze te herkennen zijn.

10.3.1.1 Airconditioning (compressiekoeling met directe expansie in de ruimte)

Dit type koeling is een compleet systeem waarmee verwarmd en kan worden gekoeld. Dit is een vorm van compressiekoeling met verdamper in de ruimte en directe condensatie aan de lucht. Je komt ook wel de benaming 'splitsysteem' tegen. Daarnaast kom je vaak de benaming single- of multisplitsystemen tegen. Een single splitsysteem heeft één binnen en één buitenunit. Multisplitsystemen hebben één buitenunit en meerdere binnenunits. Ook kenmerkend voor deze systemen is dat deze systemen geen watergevoerd distributiesysteem hebben. De verdamper van de opwekker geeft de koude af in de ruimte. Airconditioninginstallaties, en dan met name single- en multisplitsystemen, kunnen vaak ook verwarmen. De werking van het systeem draait dan om, en de binnenunit wordt condensor, wat in dat geval een warmtepomp wordt genoemd.

Airconditioning is opgebouwd uit de volgende elementen (de getallen verwijzen naar afb. 10.5):

- Compressor (elementen 1 + 4);
- Een luchtgekoelde condensor (2);
- Een expansieorgaan. In veel gevallen is dit een expansieklep;
- Een verdamper die de koude afgeeft in de ruimte of het luchtkanaal via directe expansie (6).

De installatie bestaat uit de combinatie van één buitenunit en twee of meer binnenunits. Het aandrijfsysteem (meestal) en de condensor (altijd) zitten in de buitenunit. In de binnenunit zitten de verdamper (altijd) en het expansieorgaan (meestal).



Afb. 10.7 Buitenunit van een split-unit



Afb. 10.8 Buitenunit van lokale koeling



Afb. 10.9 Buitenunit van een splitsysteem op een dak (condensor)



Afb. 10.10 Binnenunit van een splitsysteem (verdamper)

Er zijn ook monobloksystemen waarin de binnen- en buitenunit gecombineerd zijn in één omkasting, die vaak door een gevelelement heen steekt.

10.3.1.2 Compressiekoeling met directe expansie in de LBK

Dit is een vorm van compressiekoeling met verdamper geïntegreerd in de luchtbehandelingskast en directe condensatie aan de ventilatielucht. Dit wordt ook wel een DX-systeem genoemd.

Een dergelijk systeem is opgebouwd uit de elementen (de getallen verwijzen naar afb. 10.5):

- Aandrijfsysteem compressie (elementen 1 + 4);
- Een luchtgekoelde condensor (buitenunit, 2);
- Een expansieklep;
- Een verdamper die de koude afgeeft in de LBK via directe expansie (6).



Afb. 10.11 DX-batterij voor in een luchtbehandelingskast (bron: Recupair)

De installatie bestaat uit de combinatie van één buitenunit die met twee (koperen) koudemiddelleidingen is verbonden met een LBK. Deze leidingen zijn voorzien van isolatie. Deze isolatie is in de meeste gevallen zwart. Als de LBK op het dak staat, bevindt de koelmachine zich direct naast of dicht bij de LBK.

10.3.1.3 Compressiekoeling met indirecte verdamping

Dit is een vorm van compressiekoeling met verdamper waarbij de verdamper zijn koude afgeeft aan een watergevoerd distributiesysteem. Een dergelijk distributiesysteem heeft een eigen pomp die het water distribueert. Deze installaties kunnen soms ook verwarmen. De compressor kan elektrisch worden aangedreven of met een gasmotor.

De opwekinstallatie bestaat uit één apparaat. De condensors zijn vaak warmtewisselaars met ventilatoren erboven. De condensor geeft zijn warmte via een watergevoerd circuit af aan een koeler. De koeler kan luchtgekoeld of watergekoeld zijn.

- Luchtgekoelde condensors kunnen hun warmte afgeven aan buitenlucht of afvoerlucht;
- Watergekoelde condensors geven hun warmte af aan een watergevoerd distributiesysteem.

De koelleidingen vanaf de koelmachine naar de afgiftepunten zijn geïsoleerd om condensatie tegen te gaan.

Watergekoelde condensor (3) met warmteafgifte (de getallen verwijzen naar afb. 10.5):

- Droge koeltoren (3-1);
- Natte condensor of koeltoren (3-2);
- Hybride koeltoren (3-3);
- Warmte/koudeopslag (WKO of KWO, 3b-1 links);
- Bodemwarmtewisselaar (3b-1 rechts);
- Oppervlaktewater (3b-2).

Koeltorens (3-1, 3-2 en 3-3) kunnen worden uitgevoerd met open of gesloten circuits. Daarnaast wordt onderscheid gemaakt tussen koeltorens met of zonder geluidsdemper.

De verdamper geeft zijn koude af aan het koudedistributiesysteem van het gebouw of aan een LBK (7). Compressiekoelmachines bevinden zich meestal in een technische ruimte of op een dak.



Afb. 10.12 Luchtgekoelde condensor (drycooler) (bron: Carrier)



Afb. 10.13 Luchtgekoelde condensor (drycooler) (bron: Carrier)



Afb. 10.14 Natte koeltoren (bron: GEA Polacel)



Afb. 10.15 Compressiekoelmachine met distributieleidingen



Afb. 10.16 Compressiekoelmachine met distributieleidingen



Afb. 10.17 Luchtgekoelde condensor met afgifte aan de buitenlucht

Voorbeelden van koelinstallaties, specifiek voor woningen:



Afb. 10.18 Bodemwarmtepomp met boilervat



Afb. 10.19 Buitenunit lucht/water-warmtepomp



Afb. 10.20 Binnenunit lucht/water-warmtepomp

10.3.1.4 Absorptiekoeling

In tegenstelling tot de hiervoor genoemde systemen, is er bij de absorptiekoelmachine (aandrijfsysteem 5, afb. 10.5) geen compressor aanwezig. In plaats hiervan wordt de warmtepomp gevoed door warmte. Deze kan direct worden gegenereerd door bijvoorbeeld de verbranding van gas, of indirect door toevoer van warm water op hoge temperatuur (minimum 90 °C; vertrek- en retourleiding zichtbaar). Dit kan afkomstig zijn van een WKK of warmtelevering door derden.

Koelmachines op basis van absorptiekoeling kunnen zowel worden uitgevoerd als koudeafgifte met directe verdamping als met indirecte verdamping.

- Directe verdamping: Directe expansie:
 - In de ruimte;
 - In de LBK.
- Indirecte verdamping: Het distributiesysteem voor koude in het gebouw:
 - Via een watergevoerd systeem (indirecte verdamping) naar een afgiftesysteem in de ruimte;
 - Via een watergevoerd systeem (indirecte verdamping) naar een LBK;
 - Via een watergevoerd systeem (indirecte verdamping) naar zowel een afgiftesysteem in de ruimte, als naar een LBK.

De condensor geeft zijn warmte af:

- Direct aan de lucht;
- Aan een koeler via een watergevoerd circuit (de getallen verwijzen naar afb. 10.5):
 - Luchtgekoeld: luchtgekoelde condensoren kunnen hun warmte afgeven aan buitenlucht of afvoerlucht. Bij dit systeem worden doorgaans grote hoeveelheden warmte aan koeltorens afgegeven (condensortype 3-1, 3-2 en 3-3 uit afb. 10.5.);
 - Watergekoeld zijn, bijvoorbeeld met oppervlaktewater (3b-2).

In het geval van met gas aangedreven absorptiekoeling zijn een gasleiding en een rookgasafvoer zichtbaar.
Deze koelmachines bevinden zich vaak in een technische ruimte.



Afb. 10.21 Absorptiekoelmachine

10.3.1.5 Vrije koeling

Bij vrije koeling wordt gekoeld zonder actieve tussenkomst van een koelmachine. Hierbij wordt koude onttrokken aan de omgeving of gekoeld door de verdamping van water. Brontemperatuur en koudevraag verhouden zich zodanig dat de koude uit de bron al voldoende is om een gebouw te koelen.

De koppeling tussen koudebron enerzijds en distributiesysteem anderzijds kan via de koelmachine lopen. Het is bij vrije koeling zo dat in winterbedrijf de warmtepomp actief verwarmt en in zomerbedrijf passief koelt.

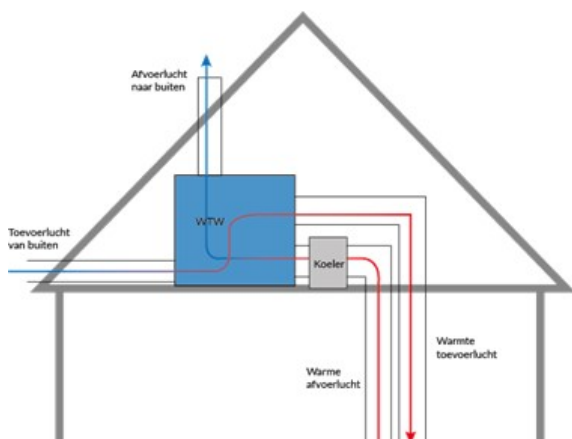
We onderscheiden de volgende vormen van vrije koeling:

- Warmte-/koudeopslag (WKO, bodemkoeling). De koudebron is grondwater;
- Dauwpuntkoeling of adiabatische koeling;
- Oppervlaktewater;
- Bodemwarmtewisselaar (warmtepomp). De koudebron is de bodem;
- Buitenlucht. Hierbij wordt rechtstreeks koude buitenlucht ingeblazen. Afhankelijk van buitentemperatuur en koudevraag wordt de hoeveelheid toegevoerde, koude ventilatielucht gevarieerd. Deze vorm van koeling wordt behandeld bij ventilatie;
- Overige koudebronnen met een brontemperatuur lager dan 15 °C, zoals horizontale bodemwarmtewisselaars, diepe meren en energiepalen.

Dauwpuntkoeling en adiabatische koeling zijn beiden vormen van verdampingskoeling. Bij dauwpuntkoeling wordt lucht mechanisch toegevoerd via een warmtewisselaar met een procesluchtstroom.

De procesluchtstroom bestaat voor een deel uit (gekoelde) ventilatielucht, waarvan de temperatuur (verder) wordt verlaagd door verdamping van water in de warmtewisselaar. Bij adiabatische koeling wordt lucht (mechanisch) langs water gestuurd zodat de waterdamp wordt opgenomen door de lucht.

De verdampingsenergie die voor het verdampingsproces nodig is, wordt onttrokken aan de waterdamp waardoor de lucht wordt gekoeld.



Afb. 10.22 Dauwpuntkoeling op ventilatielucht



Afb. 10.23 Verticale bodemwarmtewisselaars

In afb. 10.23 staan de verschillende mogelijkheden van bronnen voor bodemwarmtepompen. Links zijn voor de grondgebonden woningen individuele gesloten bodemwarmtesystemen zichtbaar. Gesloten systemen kunnen zowel individuele als collectieve systemen zijn. Aan de rechterzijde is met kleur een open systeem weergegeven met een warme en een koude bron. Open systemen zijn vaak grotere collectieve systemen, die meer ruimte in de bodem in beslag nemen en waarbij strengere vergunnings- en handhavingseisen van toepassing zijn.

10.3.1.6 Externe koudelevering

Van externe koudelevering of koudelevering door derden is sprake als de opwekker buiten het perceel van het betreffende gebouw staat opgesteld. Aan de hand van facturen of contracten is na te gaan of er sprake is van koudelevering.

10.3.2 Prioritering van de koude-opwekkers

Informatie over dit onderwerp kun je terugvinden in de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2].

10.3.3 Bepaling vermogen van de koude-opwekker

Informatie over dit onderwerp kun je terugvinden in de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2].

10.3.4 Bepaling energie-efficiëntie-index (EEI) van de koudeopwekker

Informatie over dit onderwerp kun je terugvinden in de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2].

10.3.5 Systeemtemperatuur

Informatie over dit onderwerp kun je terugvinden in de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2].

10.4 DISTRIBUTIE

10.4.1 Distributiemedium en distributiesysteem

Je kunt twee manieren van koudedistributie onderscheiden:

- Water (of waterachtig medium);
- Geen distributie.

In het geval van 'geen distributie' vindt er geen distributie plaats via een tussenmedium zoals water. De verdamper van de koelmachine geeft zijn koude af in de ruimte, via een luchtkanaal of luchtbehandelingskast. Dit wordt directe expansie of DX genoemd. Een voorbeeld van een DX-batterij zie je in afb. 10.24.



Afb. 10.24 DX-batterijen tbv luchtbehandelingskasten (bron: Recupair)

Bij distributie via water is er sprake van een koelmachine die zijn koude van de verdamper afgeeft aan een watergevoerd distributiesysteem. De lokale afgifteapparaten in het vertrek zijn aangesloten op koelwaterleidingen en er is sprake van koudetransport via water. Veelgebruikte afgifteapparaten zijn vloerkoeling en ventilatorconvectoren in de vertrekken. Het is mogelijk dat zowel water als centraal geconditioneerde lucht het eindapparaat voedt (bijvoorbeeld inductie-units en fancoilunits).

Het gaat dan om de volgende opwekkers:

- Compressiekoeling met indirecte verdamping;
- Absorptiekoeling, met uitzondering van varianten met directe expansie;
- Vrije koeling.

En de volgende afgiftesystemen:

- Ventilatorconvectoren en/of room-airconditioners;
- Oppervlaktekoeling (vloer-, wand- en plafondkoeling).

10.4.2 Distributiepompen

In installaties zijn pompen opgenomen om het koude water te laten circuleren. Vaak herken je koudwaterleidingen op installatietekeningen met de afkorting GKW, wat voor 'gekoeld water' staat. Het gaat dan om een hoofdcirculatiepomp bij een collectief koelsysteem en/of aanvullende circulatiepompen bij een collectief systeem of om een circulatiepomp voor bijvoorbeeld een klimaatplafond bij een individueel systeem. Deze pompen kun je terugvinden bij de verdeler/verzamelaar van de koelinstallatie.



Afb. 10.25 Isolatie van leidingen en een geïsoleerde pomp

Het werkelijk vermogen van de pomp(en) haal je uit een vermogensberekening of inregelrapport van het distributiesysteem. Het opgenomen vermogen van de pomp is afhankelijk van de volumestroom (flow), de drukopbrengst, het pompendement en het motorrendement van de pomp.

10.4.3 Waterzijdig inregelen

De randvoorwaarden voor het waterzijdig inregelen vind je terug in de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2]. Om een koelinstallatie goed te kunnen laten functioneren, is de koelinstallatie waterzijdig ingeregeld. Het inregelen gebeurt door inregelafsluiters in te stellen en het volume en

opvoerhoogte van de pompen in te regelen.
Voor enkele voorbeelden zie par. 9.4.3.

10.4.4 Distributieleidingen

Om het gekoeld water van de opwekker naar de afgiftelichamen te kunnen transporteren zijn er distributieleidingen aanwezig. De leidingen zijn te herkennen aan de isolatie rondom deze leidingen. Deze leidingen kun je herkennen op tekening door de afkorting GKW.

10.4.4.1 Isolatie leidingen

De isolatie rondom koelleidingen is meestal te herkennen aan een buisvormig, schuimachtig materiaal dat de koelleiding omkleedt. Vaak heeft dit een zwarte kleur. Bij leidingen die zijn ingestort in de vloer of de wand (ingebed) kan meestal worden uitgegaan van niet geïsoleerde leidingen.

Let op: bij rioleringsleidingen en hemelwaterafvoerleidingen wordt ook weleens dezelfde dampdichte isolatie toegepast als bij gekoeldwaterleidingen. Als je twijfelt, kijk dan op revisietekeningen en inspecteer de leidingen op locatie.

10.4.4.2 Isolatie van kleppen, beugels en appendages

In afb. 10.26 zie je een verdeler/verzamelaar met leidingen en appendages die voorzien zijn van dampdichte isolatie.



Afb. 10.26 Verdeler van koelinstallatie met geïsoleerde leidingen en appendages

10.4.4.3 Lengte distributieleidingen

Informatie over dit onderwerp kun je terugvinden in de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2].

10.4.5 Koudemeters (of warmtemeters)

In een distributiesysteem van een collectief koudesysteem of koudelevering door derden kunnen één of meer koudemeters aanwezig zijn. In de praktijk worden deze meters warmtemeters genoemd, omdat deze toepassing meer wordt gebruikt. Zie verder par. 9.4.6.

10.5 AFGIFTE

10.5.1 Type afgiftesystemen

Afgiftesystemen geven de koude af in de ruimte. Onder oppervlaktekoeling verstaan we de volgende afgiftesystemen:

- Vloerkoeling;
- Wandkoeling;

- Plafondkoeling;
- Ventilatorconvectoren zoals binnendelen van splitsystemen;
- Alle overige situaties of onbekend.

Vloer-, wand- en plafondkoeling

De voorzieningen voor watergevoerde vloer- en wandverwarming kunnen ook worden gebruikt voor vloer- en wandkoeling. Bij vloer- en wandkoeling wordt water gekoeld met een splitsysteem (koelmachine) en door de buizen gepompt of de koude wordt met een warmtepomp opgewekt. Hierdoor ontstaat een koele vloer of wand. Door de relatief hoge temperatuur van deze koelsystemen, wordt vloerkoeling en wandkoeling vaak aangeduid als hogetemperatuurkoeling.

Ventilatieconvectoren

Daarnaast kom je ook afgiftesystemen op basis van lucht. Je herkent deze door de binnenunits zoals in afb. 10.27. Daarnaast kunnen sommige type ventilatorconvectoren, die 's winters voor de verwarming met warmwater worden doorstroomd, 's zomers voor koeling met koud water worden doorstroomd.

Voor de binnenunits in woningen zijn er een aantal oplossingen:

- Staande units;
- Units hoog aan de wand;
- Onderbouwunits voor het plafond;
- Inbouwunits voor het plafond.



Afb. 10.27 Binnenunit voor lokale koeling (splitsysteem, unit hoog aan de wand)



Afb. 10.28 Binnenunit van een splitsysteem (inbouw in plafond)

Overige situaties

Een andere manier van tijdelijk koude opslaan is door het gebruik van faseovergangsmaterialen, of Phase Change Materials (afgekort PCM). Deze materialen zitten meestal in panelen boven verlaagde plafonds of in de bouwkundige constructie verwerkt. Informatie hieromtrent vind je terug door naar het ontwerp of revisiedossier te kijken.

10.5.2 Meerdere afgiftesystemen

Informatie over dit onderwerp is terug te vinden in de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2].

10.5.3 Regeling afgiftesysteem

In het algemeen zijn aspecten die te maken hebben met de regeling van de klimaatinstallatie moeilijk te herkennen. Het opsporen van de regelapparatuur in het gebouw is niet eenvoudig, doordat er veel fabrikanten en dus veel verschillende verschijningsvormen zijn. Je komt de volgende regelingen tegen:

- Standalone regeling: In alle ruimten is een standalone regeling aanwezig zoals bijvoorbeeld bij airco's (multi-split- of VRF-systemen);
- Centrale regeling: alle vormen van centrale regeling, waarbij:
 - Handmatig per ruimte overruled kan worden of;
 - Alle ruimten naregelingen hebben.
Dit omvat ook systemen waarbij centraal de aanvoertemperatuur wordt geregeld en de temperatuur in iedere ruimte (beperkt) kan worden aangepast (bijvoorbeeld in de range van +/- 3K ten opzichte van een centraal ingestelde gewenste waarde) of waarbij de koeling per ruimte kan worden aan- of uitgezet.
- Alle overige situaties en onbekend.

Meer informatie over regelingen van afgiftesystemen is terug te vinden in paragraaf 9.5.3. Let op: niet iedere regeling is geschikt om koelinstallaties te regelen. Ga dit na in de documentatie van de installatie en op locatie.

11 VENTILATIE

11.1 INLEIDING

Een ventilatiesysteem zorgt in een gebouw voor de toevoer van verse lucht en afvoer van vervuilde lucht. Dit gebeurt of op natuurlijke wijze (met roosters) of op mechanische wijze (met ventilatoren).

Ventilatiesystemen worden in de zomer ook gebruikt om 's nachts te koelen, door de koelere buitenlucht in het gebouw te brengen. Een mechanisch ventilatiesysteem distribueert daarnaast warmte of koude in een gebouw.

11.1.1 Leeswijzer

In dit hoofdstuk leer je verschillende ventilatiesystemen in gebouwen te herkennen die benodigd zijn voor de opname van gegevens ten behoeve van een energieprestatieberekening.

De indeling van dit hoofdstuk is als volgt:

Tabel 11.1 Indeling hoofdstuk 11 Ventilatie

Onderdeel	Aspect	Paragraaf
Ventilatiesysteem	Invloed type ventilatiesysteem op klimatiseringszones	11.2
Type ventilatiesysteem	Een beschrijving van de verschillende ventilatiesystemen die je tegenkomt in de praktijk	11.3
Ventilatie-debiet	Een beschrijving van het ventilatie-debiet, recirculatie-debiet en regelingen	11.4
Luchtbehandelingskast en WTW	Een beschrijving van de luchtbehandelingskast en de manier waarop warmte teruggewonnen kan worden	11.5
Distributie	Toelichting van luchtdichtheid van kanalen en warmteverliezen in kanalen.	11.6
Ventilatoren	Nominaal vermogen van een ventilator	11.7
Zomernachtventilatie	Beschrijving van zomernachtventilatie	11.8

11.1.2 Werkwijze

In de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2] komt steeds het onderdeel 'bepalen' terug. Daarin geven we aan wat je voor de energieprestatieberekening moet opnemen. Dit praktijkboek gaat dieper in op 'herkennen', waarin we onder meer omschrijven hoe een machine, apparaat of installatie eruitziet, wat het doet en welke onderdelen of varianten er zijn.

11.1.3 Informatiebronnen

Bij de opname van de ventilatie-installatie maak je gebruik van verschillende informatiebronnen. Hieronder volgt een toelichting van deze informatiebronnen:

1. Documentatie van het gebouw, zoals installatietekeningen, inregelrapporten, meetrapporten en eventuele ventilatieberekeningen van de omgevingsvergunningsaanvraag. Controleer steekproefsgewijs of de documentatie overeenkomt met de werkelijkheid ten aanzien van types, aantallen en locaties. Deze documentatie is vaak terug te vinden bij de beheerder of eigenaar van het gebouw. Installatietekeningen kun je herkennen aan de onderhoek of stempel rechtsonder op de tekening. Hierop staat informatie over het gebouw, welke informatie op de tekening staat en de teken- of revisiedatum;
2. Productdocumentatie van onder meer luchtbehandelingskasten en ventilatoren, zoals datasheets, typeplaatjes en facturen. Informatie hierover vind je meestal terug op typeplaatjes op de installatiecomponenten, facturen, installatiehandleidingen of op de website van de fabrikant of leverancier;
3. Eigen waarnemingen en tellingen in het gebouw. Het meest betrouwbare is dat je in het gebouw de installatiecomponenten visueel controleert. Je bent immers verantwoordelijk voor de gegevens die je gebruikt om te komen tot een energieprestatieberekening;
4. Ontwerp van zomernachtventilatie, indien aanwezig. Meer informatie vind je in paragraaf 11.8;
5. Toestellen of apparaten kunnen beschikken over kwaliteitsverklaringen waar je informatie uit kan halen. Een toelichting van kwaliteitsverklaringen kun je terugvinden in paragraaf 5.2.2.

11.1.4 Dossiervorming

In de opnameprotocollen staat aangegeven waar het dossier aan moet voldoen. Hier volgen een aantal tips bij het verzamelen van informatie voor het vormen van een goed dossier.

- Maak de informatie uit paragraaf 11.1.3 in het dossier aannemelijk zodat de tekeningen overeenkomen met de situatie tijdens de opname;
- Maak vaak aantekeningen; dit kunnen bijvoorbeeld plattegronden zijn met daarop per ruimte aangegeven door welk ventilatiesysteem deze wordt geventileerd. Ook kun je op tekeningen aangeven op welke posities je foto's neemt tijdens de opname;
- Neem veel foto's; zowel detailfoto als overzichtsfoto's. Op een detailfoto zijn de relevante eigenschappen van het betreffende distributiesysteem, opwekker of afgiftesysteem zichtbaar, bijvoorbeeld foto's van:
 - Ventilatiebox, afzuigventilator of (segmenten van) de luchtbehandelingskast (LBK);
 - Typeplaatjes met daarop debieten, vermogens en rendementen;
 - Aansluitingen van leidingen van verwarming en koeling.
- Maak een overzichtsfoto. De overzichtsfoto is van een grotere afstand gemaakt en daarop is te zien waar (het onderdeel van) de installatie zich bevindt in het gebouw of de ruimte. Je hoeft niet in iedere ruimte de afgiftesystemen fotograferen. Belangrijk is wel dat een representatief beeld ontstaat. Bijvoorbeeld: Eerst is er een foto van het typeplaatje van de ventilatie-unit, daarna volgt een afbeelding van de ventilatie-unit waarop het typeplaatje zit. Daarna een afbeelding met de positie van de ventilatie-unit ten opzichte van het gebouw;
- De nominale vermogens kun je aflezen van de typenplaatjes of technische specificatie van de opwekkers;
- Maak ook foto's van merk en type of maak een kopie van de aankoopfactuur als je een kwaliteitsverklaring gebruikt.

11.2 VENTILATIESYSTEEM

Informatie over dit onderwerp kun je terugvinden in de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2].

11.3 TYPE VENTILATIESYSTEEM

Ventilatiesystemen worden ingedeeld volgens ventilatiesystemen A t/m E:

- a. Natuurlijke toevoer en afvoer;
- b. Mechanische toevoer;
- c. Mechanische afvoer;
- d. Mechanische balansventilatie;
- e. Gecombineerd systeem, met deels decentrale mechanische afzuiging (toevoer en afvoer met WTW).

11.3.1 Sturing, meting en zonering

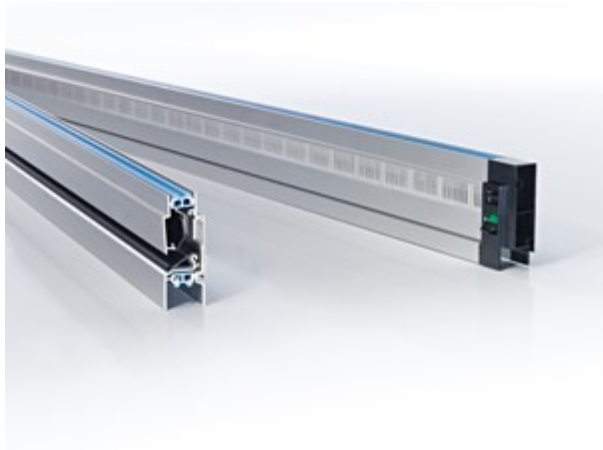
De verschillende ventilatietypen kun je verder onderverdelen op basis van aanwezigheid en uitvoeringsvorm:

- Luchtdruksturing van roosters;
- Tijdsturing;
- CO₂-meting;
- CO₂-sturing;
- Zonering;
- Tijdssturing;
- Warmteterugwinning.

Deze vormen staan hieronder verder uitgewerkt.

Luchtdruksturing van roosters

Luchtdrukgestuurde roosters hebben als taak om bij wisselende luchtdrukverschillen over de roosters het debiet door die roosters zo veel mogelijk gelijk te houden. Dit gebeurt via een zelfregelende klep, die zich in het rooster bevindt. De klep sluit de ventilatiedoorgang binnenin het rooster verder af naarmate het harder waait (drukverschil hoger is). Het zijn meestal rechthoekige roosters die zich boven in een kozijn bevinden. Ze worden ook drukgestuurde roosters of zelfregelende roosters genoemd.



Afb. 11.1 Zelfregelend rooster voor boven ramen (bron: DUCO)

Er bestaan drie klassen luchtdrukgestuurde roosters, namelijk:

- Luchtdrukgestuurde toevoer $\Delta p \leq 1 \text{ Pa}$;
- Luchtdrukgestuurde toevoer $1 \text{ Pa} < \Delta p \leq 5 \text{ Pa}$;
- Luchtdrukgestuurde toevoer $5 \text{ Pa} < \Delta p \leq 10 \text{ Pa}$.

Dit type roosters wordt gebruikt bij ventilatietypen A en C. De aanwezigheid van luchtdruksturing wordt vastgesteld op basis van merk en type van het rooster.

In veel gevallen is aan het rooster te zien dat de zelfregelende klep aanwezig is maar is het merk, type en/of klasse van de luchtdrukgestuurde rooster niet te achterhalen. In gebouwen met bouwjaar na 2003 of vervanging van de roosters na 2003 mag je ervan uitgaan dat de zelfregelende roosters voldoen aan de klasse behorend bij $\Delta p \leq 1 \text{ Pa}$.

CO₂-meting

De CO₂-concentratie wordt gemeten in een ruimte zelf of in de lucht die uit de ruimte wordt afgezogen. De concentratie kan van alle ruimten worden gemeten, maar vaak is alleen de concentratie van een paar representatieve ruimten voldoende. In een woning is dit vaak de woonkamer en soms ook de (hoofd)slaapkamer. Dit type meting is van toepassing bij ventilatietypen B, C en D.

CO₂-sturing

Het ventilatiedebiet varieert afhankelijk van de CO₂-concentratie in de desbetreffende ruimte(n). Afhankelijk van het type ventilatiesysteem kan de sturing op de toevoer of de afvoer zitten. Dit type sturing is van toepassing bij ventilatietypen B, C, D en E. Het kan zijn dat de CO₂-meting niet in alle ruimten plaatsvindt, maar in één of meer representatieve ruimten, terwijl de bijbehorende sturing in meerdere ruimten plaatsvindt.

Zonering

Het gebouw is verdeeld in zones met ieder een eigen sturing. Zo kunnen in een kantoorgebouw de kantoren in een andere zone liggen dan de kantine. Deze zones voor ventilatie staan los van de indeling in rekenzones.

Of zonering is toegepast in het ventilatiesysteem kan worden bepaald aan de hand van het ventilatieontwerp. Als zonering niet kan worden vastgesteld dan mag je niet spreken van zonering (systeem D.4a). De forfaitaire waarde voor de sturing van het ventilatiesysteem is voor beide ventilatiesystemen gelijk.

In woongebouwen is alleen sprake van zonering als woon- en slaapkamer niet in dezelfde zone liggen. Deze zones voor ventilatie staan los van de indeling in rekenzones.

Tijdsturing

Het ventilatiedebiet varieert afhankelijk van vooraf ingestelde bezettingsperiodes van de desbetreffende ruimte(n). Op tijden dat de ruimten normaal gesproken bezet zijn, wordt een hoger debiet toegepast. Buiten deze tijden wordt een lager debiet gehanteerd. Dit type sturing is van toepassing bij ventilatietypen B, C en D.

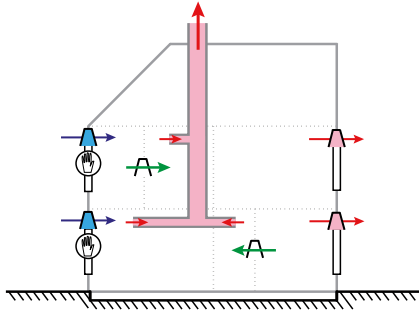
11.3.2 Natuurlijke toevoer en afvoer (type A)

Het betreft (combinaties van) ventilatievoorzieningen die geheel functioneren op basis van natuurlijke drijvende krachten (winddruk en thermiek), voor zowel de toevoer van verse lucht als de afvoer van binnenlucht. Deze systemen komen voor de ventilatie van geklimatiseerde zones, slechts bij hoge uitzondering voor in nieuwe utiliteitsgebouwen. Dit komt omdat de afhankelijkheid van buitenomstandigheden groot is. Voor een goed functioneren zijn ook de eisen van met name

de afvoervoorzieningen erg hoog. Bovendien is de hoeveelheid verplaatste lucht relatief groot in het overgrote deel van het jaar, omdat de voorzieningen gedimensioneerd worden op ongunstige buitenomstandigheden. Dit leidt tot een hoog energieverlies en daarmee een ongunstige invloed op de energieprestatie.

Variant A.1: standaard

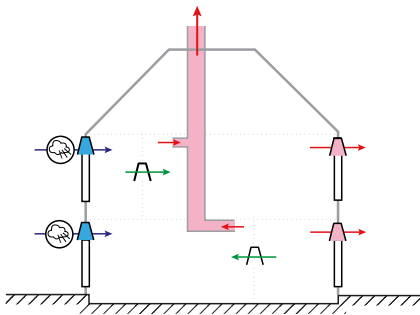
Deze systeemvariant is een voorziening voor ventilatie met natuurlijke toevoer en afvoer van lucht zonder enige vorm van sturing, zie afb. 11.2. Roosters zoals in afb. 11.1 (of ramen) zijn wel afsluitbaar en regelbaar met handbediening.



Afb. 11.2 Systeemvariant A.1: natuurlijke toevoer en afvoer

Variant A.2: natuurlijke toevoer en afvoer met luchtdrukgestuurde toevoer

Deze variant is voorzien van toevoerroosters in de gevel met daarin een voorziening (regelklep op veerdruk) die bij een verhoogde luchtdruk (bijvoorbeeld door een windaanval) de hoeveelheid lucht door de roosters beperkt.



Afb. 11.3 Systeemvariant A.2: natuurlijke toevoer en afvoer met luchtdrukgestuurde toevoer

Bij natuurlijke ventilatie kom je geen ventilatoren tegen. De lucht wordt in de ruimte ververst als gevolg van luchtdruk- en temperatuurverschillen. Hiervoor moeten zowel toevoer- als afvoervoorzieningen aanwezig zijn, zoals roosters in ramen en gevels en toevoer- en afvoerkanalen. Voor verwarming van de toevoerlucht via roosters in ramen en gevels kom je ook weleens elektrische verwarmingslinten tegen.

Let op:

- Gebouwen waar geen of onvoldoende ventilatievoorzieningen zijn, vallen ook onder deze categorie (type A).
- Ook systemen waarin lokale mechanische afvoer aanwezig is (met een badkamerventilator geschakeld via het lichtnet), vallen voor de energieprestatieberekening onder systeem A. Deze afvoervoorzieningen voldoen namelijk niet aan de capaciteitseisen uit de regelgeving. Het kan zijn dat in de keuken, badruimte of toiletruimte geen afvoervoorzieningen zijn, bijvoorbeeld alleen in de badruimte en/of in het toilet.

Ventilatiesysteem A kan je herkennen aan de afwezigheid van ventilatoren (met uitzondering van badkamerventilator met schakeling via het lichtnet). Dit komt bij bestaande bouw regelmatig voor.

Toevoervoorzieningen zijn vaak (klep)ramen of ventilatieroosters. Ook zogenaamde suskasten (geluiddempende ventilatieroosters) zijn een voorziening van natuurlijke luchttoevoer.



Afb. 11.4 Ventilatioerooster boven raam



Afb. 11.5 Ventilatioerooster boven een raam



Afb. 11.6 Te openen raam voor natuurlijke luchttoevoer

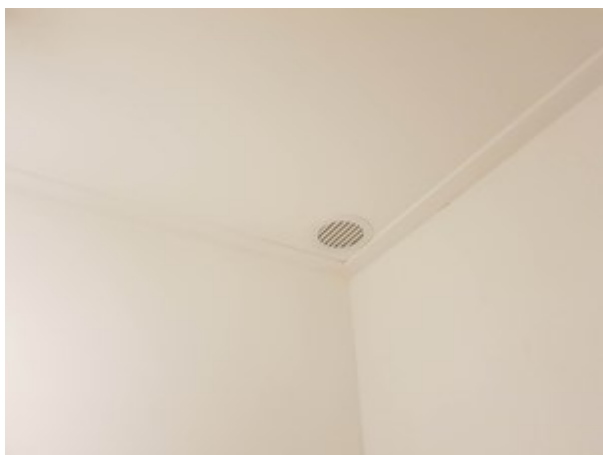


Afb. 11.7 Klepraam voor natuurlijke luchttoevoer



Afb. 11.8 Suskasten boven een raam

Afvoervoorzieningen herken je als rooster die grenzen aan buiten of aan een bouwkundige schacht in toiletruimten, badkamers en keukens. In de keuken kan de opening niet zichtbaar zijn omdat een bewoner er een afzuigkap op heeft aangesloten. Een afzuigkap wordt niet beschouwd als een ventilator voor de bepaling van het ventilatiesysteem.



Afb. 11.9 Afvoervoorziening bij natuurlijke ventilatie

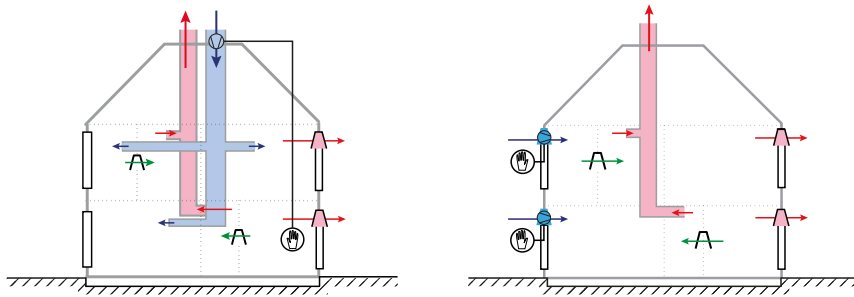
11.3.3 Mechanische toevoer (type B)

Mechanische toevoerventilatie vindt plaats door met één of meerdere ventilatoren verse lucht de thermische zone in te blazen. De vervuilde lucht wordt verdrongen. Via ventilatievoorzieningen (roosters, kanalen of schachten) verlaat deze lucht het gebouw op natuurlijke wijze.

Deze systeemvariant wordt alleen toegepast in specifieke projecten, bijvoorbeeld bij geluidsisolatie van bestaande, oudere gebouwen rondom vliegvelden. In de regel zal er sprake zijn van een combinatie met mechanische afvoer, waarmee de voorzieningen vallen onder systeem D.

Variant B.1: standaard

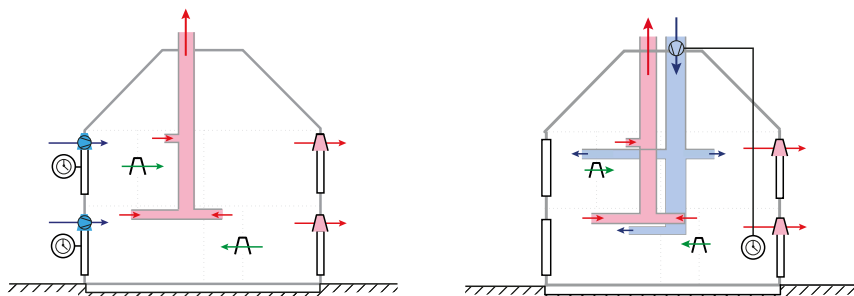
Ventilatiesystemen met mechanische toevoer zijn in verschillende varianten denkbaar. In NEN 8088-1 [18] wordt nog onderscheid gemaakt tussen varianten met kanaaltoevoer en systemen met toevoer via de gevels. Voor de energieprestatieberekening heeft dit geen betekenis, omdat dit onderscheid in de NTA8800 [5] is komen te vervallen.



Afb. 11.10 Systeemvariant B.1: mechanische toevoer en natuurlijke afvoer in twee varianten

Variant B.2: tijdsturing op toevoer, zonder zonering

In deze variant wordt de ventilatietoever geregeld op basis van een vast tijdschema, gebaseerd op aanwezigheidspatronen van de gebruikers, vergelijkbaar met de werking van een klokthermostaat. Bij afwezigheid volgens het patroon worden de toevoerroosters gesloten (bijvoorbeeld met een servomotor). Omdat deze regeling vrij kostbaar is, komt deze in combinatie met (ongeregelde) natuurlijke afvoer nauwelijks voor. Ook bij variant B.2 wordt onderscheid gemaakt tussen varianten met kanaaltoevoer en systemen met toevoer via de gevels. Voor de energieprestatieberekening heeft dit geen betekenis, omdat dit onderscheid in NTA8800 [5] is komen te vervallen.

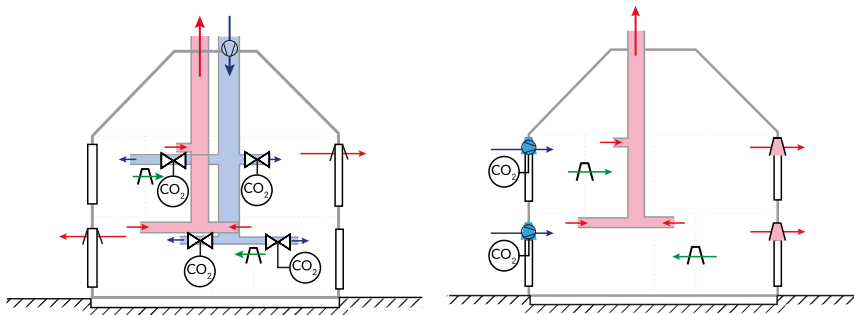


Afb. 11.11 Systeemvariant B.2: mechanische toevoer met tijdsturing en natuurlijke afvoer in twee varianten

Variant B.3: CO₂-sturing per verblijfsruimte

Bij deze variant wordt de centrale mechanische toevoer geregeld op basis van een CO₂-meting per verblijfsruimte of CO₂-sturing op toevoer, met zonering. Dit is noodzakelijk voor een voldoende luchtkwaliteit in slaapvertrekken.

De sturing moet gericht zijn op het beperken van het CO₂-gehalte tot maximaal 1.200 ppm. Dit betekent dat in elk geval bij een meetwaarde van 1.200 ppm of hoger de toevoercapaciteit volgens het Bbl [11] en NEN 1087 [14] volledig wordt benut.



Afb. 11.12 Systeemvariant B.3: mechanische toevoer met CO_2 -sturing per verblijfsruimte en natuurlijke afvoer in twee varianten

Om van mechanische toevoerventilatie te spreken, zijn er minimaal één ventilator én luchttoevoerkanalen aanwezig. Via luchtinblaasventielen, luchtverdeelslangen of toevoerroosters wordt lucht de ruimten ingeblazen. Het is niet noodzakelijk dat iedere ruimte is voorzien van een toevoervoorziening.



Afb. 11.13 Toevoerrooster



Afb. 11.14 Toevoerrooster mechanische ventilatie



Afb. 11.15 Luchtverdeelslang

In gebouwen voor specifieke functies – bijvoorbeeld in laboratoria en ziekenhuizen – komen zones voor met zogenaamde overdrukventilatie. Daarbij is in de regel ook sprake van mechanische afvoer, zodat die systemen toch ook vallen onder systeem D.

11.3.4 Mechanische afvoer (type C)

Mechanische afvoerventilatie vindt plaats door met één of meerdere ventilatoren vervuilde lucht uit de ventilatiezone af te zuigen. Verse lucht wordt via ventilatievoorzieningen (roosters, kanalen of schachten) toegevoerd.

Om van mechanische afvoerventilatie te spreken, is er minimaal één ventilator én luchtafvoerkanalen aanwezig. Luchtafzuigventielen of afvoerroosters zuigen lucht in de ruimten af. Het is niet noodzakelijk dat iedere ruimte is voorzien van een afzuigvoorziening.

Het komt ook voor dat in een wand of deur een rooster zit, een zogenaamde overstroomvoorziening. Deze zorgt voor de afvoer uit een ruimte zonder afzuigrooster naar een ruimte met afvoervoorziening. De lucht gaat van de ene naar de andere ruimte via een rooster in

de deur of wand. In woningen komt het ook voor dat deze onder de deur doorgaat (spleet). Er is dan een ruime spleet onder de binnendeur. Dit wordt een overstroomvoorziening genoemd.



Afb. 11.16 Een afzuigventiel van mechanische ventilatie

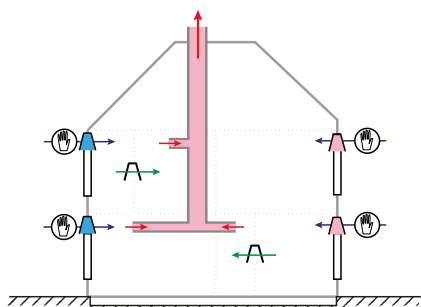
Voor bestaande bouw geldt dat toiletruimten grenzend aan gevels vaak niet op het mechanische afzuigsysteem zijn aangesloten, maar een aparte mechanische afzuiging hebben naar buiten, al dan niet aangesloten op de lichtschakelaar.

Luchtdrukgestuurde roosters komen minimaal in alle verblijfsruimten voor als gekozen wordt voor luchtdrukgestuurde toevoer.

Het belangrijkste kenmerk van dit systeem is de natuurlijke toevoer van ventilatielucht in de gevel en de mechanische afvoer in de 'natte ruimten'. De toevoervoorziening is in de regel met ventilatieroosters, maar in bestaande bouw komt het ook nog regelmatig voor via (klep)ramen. Voor de afvoer zorgt een centrale ventilator en een kanalenstelsel. In de bestaande bouw komt soms ook een variant voor met een mechanische afvoer per (natte) ruimte. Dit doet niets af aan het principe en de invloed op de energieprestatie.

Variant C.1: standaard

Deze systeemvariant bestaat uit een voorziening voor ventilatie via natuurlijke toevoer van lucht zonder enige vorm van sturing. Roosters of ramen zijn wel afsluitbaar of regelbaar via handbediening. De mechanische afvoer is doorgaans voorzien van een handbediende driestandenschakelaar. Deze variant levert in de praktijk geen bijdrage aan een verbetering van de energieprestatie. Voor nieuwbouw heeft deze variant beperkte betekenis, in bestaande bouw komt deze nog veel voor.

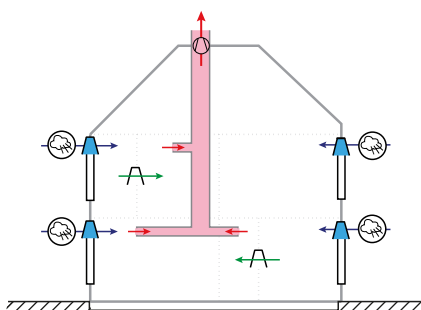


Afb. 11.17 Systeemvariant C.1: natuurlijke toevoer en mechanische afvoer zonder regeling

Variant C.2: natuurlijke toevoer met luchtdrukgestuurde toevoerroosters

Deze variant is voorzien van toevoerroosters in de gevel met daarin een voorziening (regelklep op veerdruk) die bij een verhoogde luchtdruk (bijvoorbeeld door een windaanval) de hoeveelheid lucht door de roosters beperkt.

In alle gevallen is voorzien in mechanische afvoer, doorgaans met een handbediende driestandenschakelaar.



Afb. 11.18 Systeemvariant C.2: natuurlijke toevoer met luchtdrukgestuurde toevoerrooster

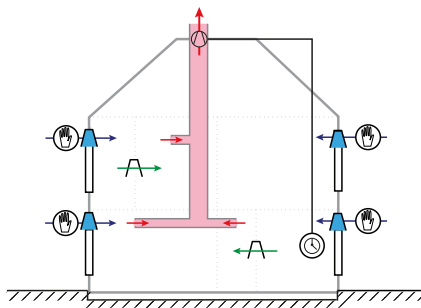
Binnen deze systeemvariant wordt onderscheid gemaakt naar de regelkarakteristiek van de klep. Als deze meer nauwkeurig regelt ($\Delta p \leq 1 \text{ Pa}$), wordt de beoogde ventilatiehoeveelheid beter benaderd en is er bovendien minder kans dat het rooster vanwege tocht door de gebruiker wordt afgesloten. Daarmee ontstaat een energetisch voordeel ten opzichte van een niet-geregeld toevoerrooster of een rooster met een minder nauwkeurige regeling ($1 \text{ Pa} < \Delta p \leq 5 \text{ Pa}$ of $5 \text{ Pa} < \Delta p \leq 10 \text{ Pa}$).

De categorie waaronder een rooster valt wordt afgegeven door de fabrikant op basis van testgegevens, bijvoorbeeld conform NEN-EN-13141 [19].

Variant C.3a: natuurlijke toevoer met tijdsturing op de afvoer

In deze variant wordt de ventilatieafvoer geregeld op basis van een vast tijdschema gebaseerd op aanwezigheidspatronen van de gebruikers, vergelijkbaar met de werking van een klokthermostaat. Bij afwezigheid volgens het patroon wordt (worden) de afvoerventilator(en) in een lage stand geschakeld, en bij aanwezigheid in een hogere stand. Het patroon dat het systeem daardoor volgt, is door de gebruiker aan te passen aan de eigen situatie.

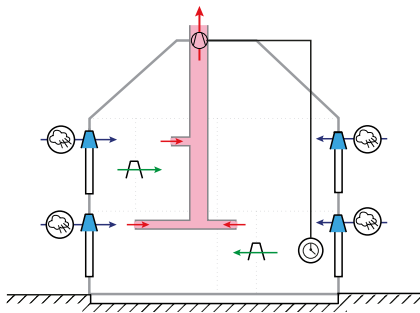
Toevoer vindt plaats via handbediende gevelroosters in alle verblijfsruimten.



Afb. 11.19 Systeemvariant C.3a: natuurlijke toevoer met tijdsturing op de afvoer

Variant C.3b: natuurlijke, luchtdrukgestuurde toevoer en tijdsturing op de afvoer $\Delta p \leq 1 \text{ Pa}$, zonder zonerig

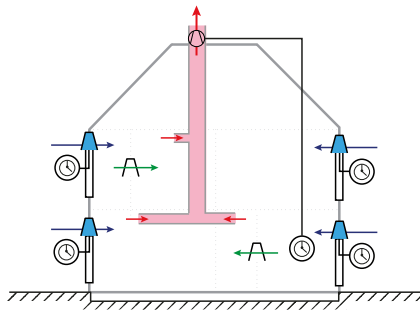
Deze variant verschilt van variant C.3a door de toepassing van luchtdrukgestuurde toevoerroosters met een regelkarakteristiek met een nauwkeurigheid $\Delta p \leq 1 \text{ Pa}$.



Afb. 11.20 Systeemvariant C.3b: luchtdrukgestuurde toevoerroosters en tijdsturing op de afvoer

Variant C.3c: natuurlijke toevoer met tijdsturing op de toevoer, afvoer zonder zonering

In deze variant wordt de ventilatietoevoer in elke verblijfsruimte geregeld op basis van een vast tijdschema, gebaseerd op aanwezigheidspatronen van de gebruikers, vergelijkbaar met de werking van een klokthermostaat. Bij afwezigheid volgens het patroon worden de toevoerroosters gesloten (bijvoorbeeld met een servomotor). De afvoer vindt in de regel plaats via een centraal kanalenstelsel waarbij zonering van de afvoer niet noodzakelijk is, omdat door de sturing op de toevoerroosters al sprake is van vraagsturing per verblijfsruimte, maar uitvoering van de afvoer met individuele ventilatoren, valt ook onder dit systeem.

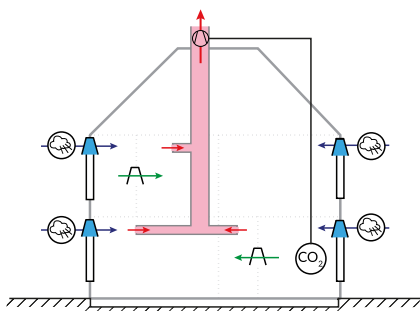


Afb. 11.21 Systeemvariant C.3c: natuurlijke toevoer met tijdsturing en mechanische afvoer

Variant C.4a: luchtdrukgestuurde toevoer, sturing op afvoer door CO₂-meting woonkamer, zonder zonering

Dit betreft de meest eenvoudige systeemvariant met een vorm van sturing op basis van CO₂-meting in verblijfsruimten. Bij variant C.4a is er sprake van luchtdrukgestuurde toevoerroosters met een regelkarakteristiek met een nauwkeurigheid $\Delta p \leq 1$ Pa. De afvoer wordt geregeld op basis van een meting van het CO₂-gehalte in de woonkamer (dan wel de grootste verblijfsruimte in een woonfunctie), waarbij de sensor en de sturing zodanig behoren te zijn dat deze gericht zijn op het beperken van het CO₂-gehalte tot maximaal 1.200 ppm. Dit impliceert dat in elk geval bij een meetwaarde van 1.200 ppm of hoger de afvoercapaciteit volgens het Bbl [11] en NEN 1087 [14] volledig wordt benut.

Systeemvariant C.4a is niet van toepassing op utiliteitsbouw.



Afb. 11.22 Systeemvariant C.4a: luchtdrukgestuurde toevoer, sturing op afvoer door CO₂-meting woonkamer

Variant C.4b: woonfuncties: CO₂-sturing op de toevoer

De formele omschrijving in NTA8800 [5] luidt: 'CO₂-sturing op de toevoer in ten minste de woonkamer en hoofdslaapkamer; in overige verblijfsruimten luchtdrukgestuurde toevoer $\Delta p \leq 1$ Pa, gecombineerd met sturing op de afvoer door CO₂-metingen in ten minste de woonkamer en hoofdslaapkamer, zonder zonering'.

Deze uitgebreide omschrijving is noodzakelijk om twee aspecten te benadrukken: er vindt CO₂-sturing plaats op zowel de toevoer als de afvoer en de CO₂-meting die daarvoor nodig is, is representatief in zowel dag als nacht. Ondanks het feit dat de termen 'woonkamer' en

'slaapkamer' geen formele status hebben in de bouwregelgeving, is er in de overgrote meerderheid van de situaties sprake van een in verblijfsruimten ingedeelde woning, waaruit dit eenvoudig af te leiden valt. CO₂-sturing op de roosters veronderstelt ook actief geregelde roosters (bijvoorbeeld met servomotoren). Als deze actief geregelde roosters niet in alle verblijfsruimten worden toegepast, behoren de overige verblijfsruimten in elk geval voorzien te worden van luchtdrukgestuurde toevoerroosters met een regelkarakteristiek met een nauwkeurigheid $\Delta p \leq 1$ Pa. De CO₂-meting in woonkamer en hoofdslaapkamer stuurt ook de regeling van de afvoer aan.

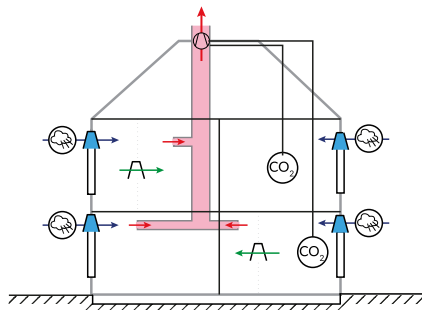
Daarbij behoren de sensor en sturing zodanig te zijn dat deze gericht zijn op het beperken van het CO₂-gehalte tot maximaal 1.200 ppm. Dit impliceert dat in elk geval bij een meetwaarde van 1.200 ppm of hoger de afvoercapaciteit volgens het Bbl [11] en NEN 1087 [14] volledig wordt benut en de roosters hun nominale capaciteit hebben (volledig open zijn).

Variant C.4c: luchtdrukgestuurde toevoer $\Delta p \leq 1$ Pa, sturing op de afvoer door CO₂-meting zonder zonering

De sturing op de afvoer vindt plaats door meting van het CO₂-gehalte in de woonkamer en ten minste de hoofdslaapkamer. Ondanks het feit dat de termen 'woonkamer' en 'slaapkamer' geen formele status hebben in de bouwregelgeving, is er in de overgrote meerderheid van de situaties sprake van een in verblijfsruimten ingedeelde woning, waaruit dit eenvoudig af te leiden valt.

Daarbij behoren de meting en sturing zodanig te zijn dat deze gericht zijn op het beperken van het CO₂-gehalte tot maximaal 1.200 ppm. Dit impliceert dat in elk geval bij een meetwaarde van 1.200 ppm of hoger de afvoercapaciteit volgens het Bbl [11] en NEN 1087 [14] volledig wordt benut.

In elk geval behoren de toevoerroosters een regelkarakteristiek te hebben met een nauwkeurigheid $\Delta p \leq 1$ Pa.



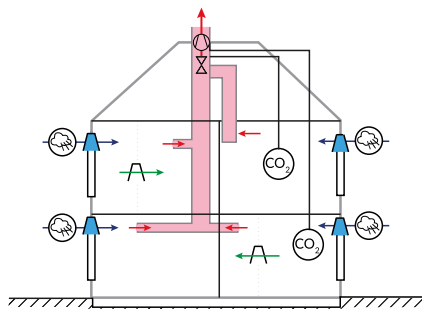
Afb. 11.23 Systeemvariant C.4c: CO₂-sturing op afvoer per verblijfsruimte, zonder zonering

Variant C.5a: luchtdrukgestuurde toevoer, sturing op de afvoer door CO₂-meting, met zonering

De sturing op de afvoer vindt plaats door meting van het CO₂-gehalte in de woonkamer en ten minste de hoofdslaapkamer. Ondanks het feit dat de termen 'woonkamer' en 'slaapkamer' geen formele status hebben in de bouwregelgeving, is er in de overgrote meerderheid van de situaties sprake van een in verblijfsruimten ingedeelde woning, waaruit dit eenvoudig af te leiden valt.

De afvoer voor C.5a is gesplitst in zones, afgestemd op het gebruik van de woning. Meest voor de hand liggend zijn een indeling in een 'woonzone' en een 'slaapzone'. Daarbij wordt de woonzone gestuurd op basis van de CO₂-meting in de woonkamer en de slaapzone op basis van de CO₂-meting in de hoofdslaapkamer. Daarbij behoren de meting en sturing zodanig te zijn dat deze gericht zijn op het beperken van het CO₂-gehalte tot maximaal 1.200 ppm. Dit impliceert dat in elk geval bij een meetwaarde van 1.200 ppm of hoger de ventilatiecapaciteit volgens het Bbl [11] en NEN 1087 [14] voor de betreffende zone volledig wordt benut.

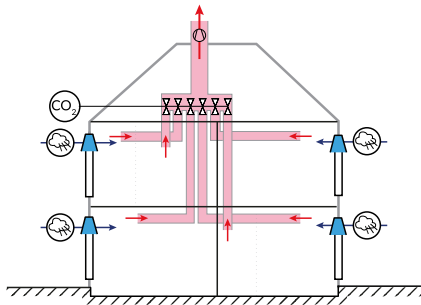
In elk geval behoren de toevoerroosters een regelkarakteristiek te hebben met een nauwkeurigheid $\Delta p \leq 1$ Pa.



Afb. 11.24 Systeemvariant C.5a: sturing op de afvoer door CO₂-meting, met zonering

Variant C.5b: luchtdrukgestuurde toevoer, sturing op de afvoer door CO₂-meting, met zonering en afzonderlijke afvoerpunten per verblijfsruimte

Deze variant lijkt sterk op variant C.5a en is ook alleen van toepassing op woningbouw. Verschil is dat er bij variant C.5b sprake is van afzonderlijke afvoerpunten voor elke verblijfsruimte. Dit impliceert dat in elk geval bij een meetwaarde van 1.200 ppm of hoger de ventilatiecapaciteit volgens het Bbl [11] en NEN 1087 [14] voor de betreffende verblijfsruimte volledig wordt benut. In de praktijk zal dit neerkomen op een regelklep per ruimte. De plaats van die regelklep, in de ruimte, in het kanalenstelsel of op of aan de ventilatiebox, kan per systeemleverancier verschillen. Voor het overige is de toelichting bij variant C.5a van toepassing.



Afb. 11.25 Systeemvariant C.5b: sturing op afvoer door CO₂-meting, afzonderlijke afvoer per verblijfsruimte

11.3.5 Mechanische toevoer en afvoer (balansventilatie, type D)

Bij dit systeem wordt vervuilde lucht in de ventilatiezone met één of meerdere ventilatoren afgezogen en wordt een gelijke hoeveelheid verse ventilatielucht toegevoerd.

Om van mechanische toevoer- en afvoerventilatie te spreken, zijn er minimaal twee ventilatoren aanwezig (één voor toevoer en één voor afvoer) én luchtafvoer- en luchttoevoerkanalen. Via ventielen wordt lucht de ruimten ingeblazen en afgezogen.

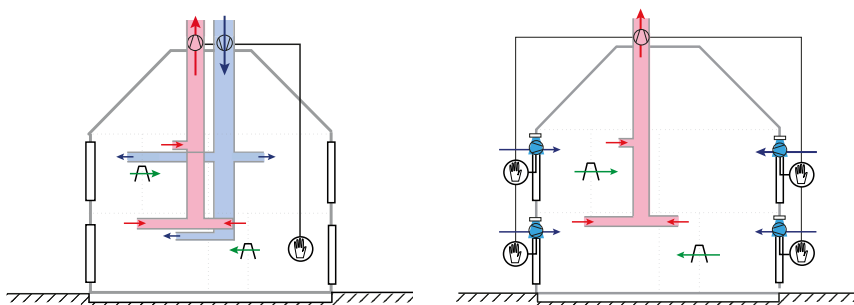
Het is niet noodzakelijk dat iedere ruimte is voorzien van een ventiel. Het kan zijn dat in de ene ruimte wordt ingeblazen en in de andere wordt afgezogen. De lucht gaat van de ene naar de andere ruimte via roosters in de deur of wand, een zogenaamde overstroomvoorziening. Bij kleine luchthoeveelheden gaat de lucht soms via spleten onder de binnendeuren naar ruimten met een afvoerventiel.

Onder systeem D vallen alle varianten van systemen met mechanische toevoer en afvoer. Deze manier van ventileren noemen we ook wel 'balansventilatie', omdat mechanische voorzieningen voor zowel de toevoer- als afvoerluchtvolumestromen zorgen. Bij toevoer en afvoer van lucht is per definitie sprake van een balanssituatie, maar toch biedt een systeem met mechanische componenten veel meer zekerheid dat de beoogde luchtverversing ook daadwerkelijk wordt bereikt. Dat komt omdat de invloed van de buitenomstandigheden hier veel kleiner is.

Wordt de mechanische toevoer en afvoer gerealiseerd met een centrale voorziening (ventilatie-unit of luchtbehandelingskast)? Dan is het eenvoudig om een vorm van warmteterugwinning (WTW) uit de afvoerluchstroom toe te passen. Dit zal zeker een voordeel opleveren voor de energieprestatie. Toch is ook WTW niet synoniem met systeem D, omdat je de mechanische toevoer en afvoer ook los van elkaar kunt realiseren, zoals bij variant D.1.

Variant D.1: standaard

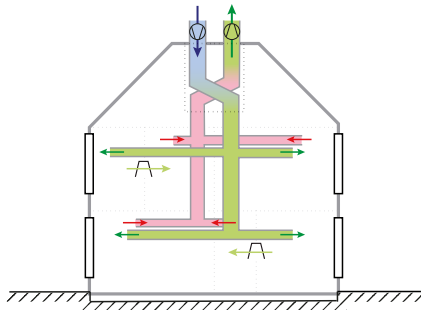
Er is bij systeemvariant D.1 sprake van de meest eenvoudige vorm van mechanische toevoer en afvoer van ventilatielucht: met handbediening en zonder warmteterugwinning. Dit is zowel mogelijk met decentrale toevoer en/of afvoer als met een kanalenstelsel. Decentrale mechanische toevoer kan een oplossing zijn voor specifieke locaties (zie systeem B); in combinatie met mechanische afvoer ontstaat dan een ventilatiesysteem dat voldoet aan de omschrijving van D.1.



Afb. 11.26 Systeemvariant D.1 met centrale en decentrale oplossing

Variant D.2: centrale WTW-installatie zonder zonering en zonder sturing

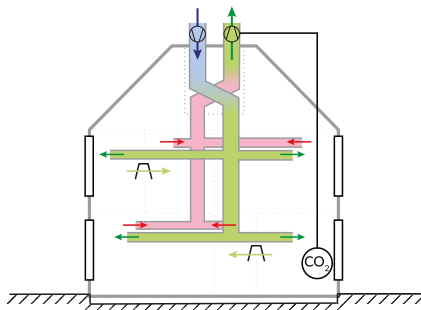
Dit is de meest basale vorm van mechanische toevoer en afvoer met warmteterugwinning (WTW). Hoewel er systemen zijn met decentrale WTW, komen die bij deze systeemvariant niet voor. Het type WTW is niet gespecificeerd. Ook in de utiliteitsbouw voldoen veel systemen met een eenvoudige luchtbehandelingskast (AHU) aan deze omschrijving.



Afb. 11.27 Systeemvariant D.2: mechanische toe- en afvoer met centrale warmteterugwinning

Variant D.3: mechanische toevoer en afvoer met centrale warmteterugwinning en CO₂-sturing

In deze variant is sprake van sturing op toevoer of afvoer, door CO₂-meting in de woonkamer, zonder zonering. Een van beide, of beide ventilatoren worden geregeld met een meting van het CO₂-gehalte in de woonkamer (dan wel de grootste verblijfsruimte in een woonfunctie), waarbij de sensor en de sturing zo horen te zijn dat deze gericht zijn op het beperken van het CO₂-gehalte tot maximaal 1.200 ppm. Dit impliceert dat in elk geval bij een meetwaarde van 1.200 ppm of hoger de afvoercapaciteit volgens het Bbl [11] en NEN 1087 [14] volledig wordt benut.

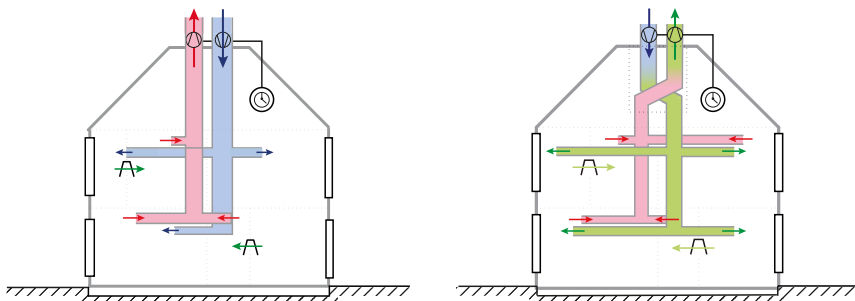


Afb. 11.28 Systeemvariant D.3: mechanische toe- en afvoer met centrale warmteterugwinning en CO₂-sturing op de afvoer

Variant D.4a: mechanische toevoer en afvoer met tijdsturing zonder zonering

Systeemvariant D.4a is een mechanische toevoer en afvoer met tijdsturing op de toevoer en afvoer. Volgens de omschrijving lijkt er sprake van centrale toevoer en afvoer, maar dat is niet strikt noodzakelijk; ook omdat er niet omschreven is of het systeem voorzien is van warmteterugwinning. In afb. 11.29 is een voorbeeld met en zonder WTW uitgewerkt. In deze variant wordt de ventilatietoevoer geregeld met een vast tijdschema, gebaseerd op aanwezigheidspatronen van de gebruikers, vergelijkbaar met de werking van een klokthermostaat.

De toevoeging 'zonder zonering' wijst erop dat het systeem als geheel wordt geregeld, zodat een centrale oplossing wel voor de hand ligt.



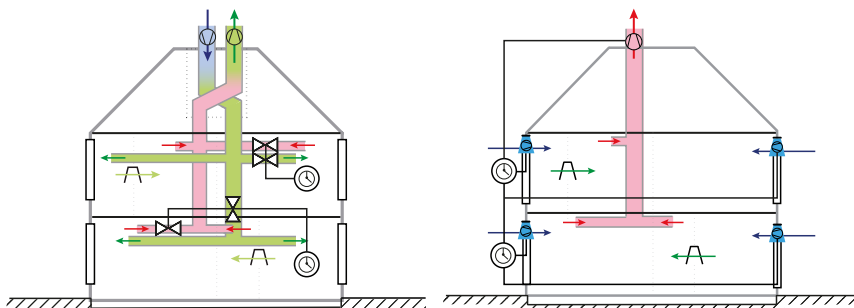
Afb. 11.29 Systeemvariant D.4a: mechanische toevoer en afvoer met tijdsturing zonder zonering in een variant zonder en met WTW

Variant: D.4b mechanische toevoer en afvoer met tijdsturing en zonering

Belangrijkste onderscheid met systeemvariant D.4a is de regeling per zone. Ook hierbij geldt dat WTW niet noodzakelijk is voor deze variant, zoals blijkt uit afb. 11.30.

De woonkamer en hoofdslaapkamer mogen niet in dezelfde zone liggen. Hoewel de termen 'woonkamer' en 'slaapkamer' geen formele status hebben in de bouwregelgeving, is er in de overgrote meerderheid van de situaties sprake van een in verblijfsruimten ingedeelde woning, waaruit dit eenvoudig af te leiden valt.

De tijdsturing regelt op basis van een vast tijdschema, gebaseerd op aanwezigheidspatronen van de gebruikers, vergelijkbaar met de werking van een klokthermostaat. Bij afwezigheid volgens het patroon wordt de ventilatiehoeveelheid verlaagd, door het toerental van de ventilatoren te verlagen. In alle gevallen behoort de tijdsturing per zone te worden uitgevoerd en zowel de toevoer als de afvoer te regelen.



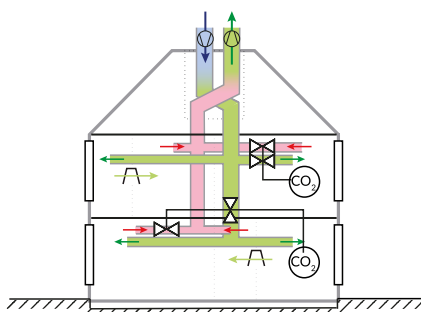
Afb. 11.30 Systeemvariant D.4b: mechanische toevoer en afvoer met tijdsturing met zonering in een variant met en zonder WTW

Variant D.5a: mechanische toevoer en afvoer met CO₂-meting en zonering

In de woningbouw worden twee uitvoeringen onderscheiden:

- D.5a1 CO₂-meting in ten minste de woonkamer en de hoofdslaapkamer;
- D.5a2 CO₂-meting in ten minste de woonkamer en de hoofdslaapkamer, zonder specificatie van een centrale of decentrale oplossing.

Dit systeem kan zowel met (centrale) WTW als zonder WTW zijn uitgevoerd. De sturing vindt plaats door meting van het CO₂-gehalte in de woonkamer en ten minste de hoofdslaapkamer. Bovendien geldt dat de woonkamer en hoofdslaapkamer niet in dezelfde zone mogen liggen. Ondanks het feit dat de termen 'woonkamer' en 'slaapkamer' geen formele status hebben in de bouwregelgeving, is er in de overgrote meerderheid van de situaties sprake van een in verblijfsruimten ingedeelde woning, waaruit dit eenvoudig af te leiden valt.



Afb. 11.31 Systeemvariant D.5a: mechanische toevoer en afvoer met CO₂-meting en zonering - Variant D.5a1 met centrale WTW

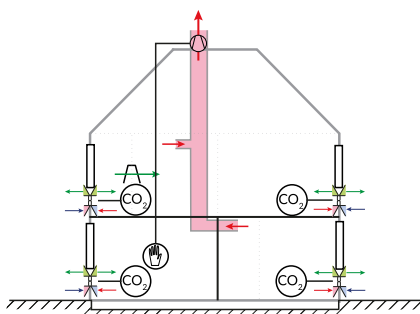
Variant D.5b: decentrale mechanische toevoer en afvoer met WTW en CO₂-meting

In deze variant worden er per ruimte decentrale ventilatie-units toegepast (vaak aan of nabij de gevel), waarmee gebalanceerde ventilatie met WTW op basis van CO₂-meting wordt gerealiseerd.

Er is sprake van meting in woonkamer en hoofdslaapkamer. De woonkamer en hoofdslaapkamer mogen niet in dezelfde zone zijn gelegen (behalve bij studio's en dergelijke).

De sensor en sturing behoren zodanig te zijn dat deze zijn gericht op het beperken van het CO₂-gehalte tot maximaal 1.200 ppm. Dit impliceert dat in elk geval bij een meetwaarde van 1.200 ppm of hoger de afvoercapaciteit volgens Bbl (Besluit bouwwerken leefomgeving) [11] en NEN 1087 [14] volledig wordt benut.

Aanvullend zal in de regel een handbediende voorziening voor de afvoer van ventilatielucht uit de natte ruimten aanwezig zijn.

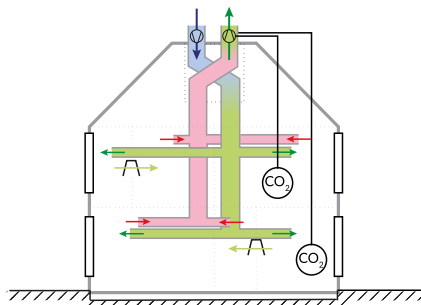


Afb. 11.32 Systeemvariant D.5b: decentrale mechanische toevoer en afvoer met WTW en CO₂-meting

Variant D.5c: centrale WTW met CO₂-meting, zonder zonerig

Deze variant is uitsluitend van toepassing in woonfuncties. De CO₂-meting behoort plaats te vinden in zowel de woonkamer als de hoofdslaapkamer en zowel toevoer als afvoer aansturen. Ondanks het feit dat de termen 'woonkamer' en 'slaapkamer' geen formele status hebben in de bouwregelgeving, is er in de overgrote meerderheid van de situaties sprake van een in verblijfsruimten ingedeelde woning, waaruit dit eenvoudig af te leiden valt.

De sensor en de sturing behoren zodanig te zijn dat deze gericht zijn op het beperken van het CO₂-gehalte tot maximaal 1.200 ppm. Dit impliceert dat in elk geval bij een meetwaarde van 1.200 ppm of hoger de afvoercapaciteit volgens het Bbl [11] en NEN 1087 [14] volledig wordt benut.



Afb. 11.33 Systeemvariant D.5c: centrale WTW met CO₂-meting, zonder zonerig

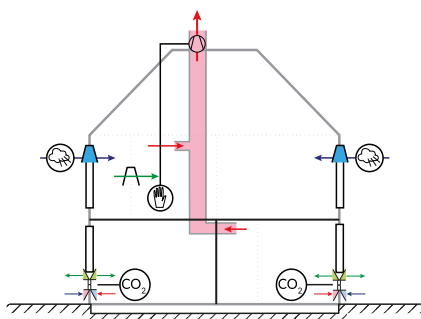
11.3.6 Gecombineerd systeem (type E)

Bij dit systeem heeft een deel van de rekenzone decentrale mechanische toevoer en afvoer met WTW en CO₂-sturing. Het overige deel van de rekenzone is voorzien van een ander ventilatiesysteem, zoals natuurlijke ventilatie, balansventilatie, mechanische afvoer of mechanische toevoer.

In de praktijk worden soms gecombineerde systemen toegepast, zonder dat er sprake is van volledig gescheiden ventilatiezones. Kenmerk is dat de ventilatiestromen niet volledig zijn gescheiden, zoals NEN 1087 [14] voorschrijft. Dit is het geval bij een combinatie van (decentrale) mechanische toevoer en afvoer voorzien van sensorregeling (systeem D.5b) met de toepassing van enig ander ventilatiesysteem, zoals natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (variant van systeem C), andere vormen van mechanische toevoer en afvoer (varianten van systeem D), of enig ander systeem. Zelfs combinaties met systeem A (natuurlijke toevoer en afvoer) zijn denkbaar, zeker in de bestaande bouw. Uit zowel model- als praktijkonderzoek is gebleken dat met deze 'hybride' systemen een goede luchtverversing kan worden gerealiseerd. Daarom is het relevant ook de invloed op de energieprestatie normatief te waarderen. Dergelijke gecombineerde oplossingen vallen onder systeem E.

Variant E.1: decentrale mechanische toevoer en afvoer met WTW en CO₂-sturing in combinatie met een ander ventilatiesysteem

Ten aanzien van de randvoorwaarden van het deel van de decentrale mechanische toevoer en afvoer gelden de randvoorwaarden en opmerkingen zoals omschreven bij systeemvariant D.5b. Voor het andere deel gelden de randvoorwaarden uit de overeenkomstige paragraaf in deze bijlage, afhankelijk van het toegepaste systeemprincipe en de toegepaste regelsystemen. De uitwerking in NTA8800 [5] weegt de twee onderdelen van het hybride ventilatiesysteem naar rato van het erop aangewezen oppervlak aan verblijfsgebied.



Afb. 11.34 Systeemvariant E.1: hybride oplossing op basis van een decentrale mechanische toevoer en afvoerunit; voorbeeld van combinatiemogelijkheid

11.3.7 Roosters met verwarmingslinten

Bij gebouwen gebouwd vanaf 2010 of bij volledig gerenoveerde gebouwen volgens de eisen van het Bbl [11], kunnen roosters met verwarmingslint voorkomen. De aanwezigheid van een verwarmingslint herken je op basis van merk en type van het rooster. Afhankelijk van hoe het rooster is gemonteerd, kan de voedingskabel van het lint zichtbaar zijn, maar dat is niet altijd het geval. Dit type roosters wordt meestal gebruikt bij ventilatietype C in combinatie met oppervlakteverwarming.

11.4 VENTILATIEDEBIET

11.4.1 Geïnstalleerd ventilatiecapaciteit

Het ventilatiedebiet geeft aan hoeveel lucht wordt toe- of afgevoerd. Het ventilatiedebiet druk je meestal uit in m^3/uur . Gegevens hieromtrent vind je terug in ventilatieberekeningen die onderdeel vormen voor de aanvraag van de omgevingsvergunning. Voor wat betreft bestaande gebouwen vind je deze gegevens in logboeken van de luchtbehandelingskast of in regelrapporten van de roosters terug. Daarnaast kun je ook deze gegevens halen van het typeplaatje van de luchtbehandelingskast of ventilator. Ook kun je productdocumentatie raadplegen om deze ventilatiedebieten te achterhalen.

11.4.2 Recirculatie

Recirculatie is dat deel van de mechanisch afgezogen lucht, dat weer terug wordt gevoerd in het gebouw, aangevuld met verse lucht.

Recirculatie is herkenbaar aan een kleppensectie tussen de aanvoer- en afvoerlucht in de technische ruimte of het kan worden bepaald op basis van installatieschema's. Luchthoeveelheden voor recirculatie zijn te vinden bij de documentatie van de luchtbehandelingskast of in het bestek. In de kleppensectie zijn bijvoorbeeld kleppenregisters opgenomen zoals in afb. 11.35/11.36.



Afb. 11.35 Kleppenregister



Afb. 11.36 Kleppenregister

Voorbeeld

Als een ventilatiesysteem een maximaal debiet van 10.000 m³/uur heeft en als de ingaande luchtstroom is samengesteld uit minimaal 3.000 m³/uur verse lucht en maximaal 7.000 m³/uur gerecirculeerde lucht, dan is het recirculatiepercentage 70%.

11.4.3 Debietregeling

Bij een debietregeling varieert het debiet van de mechanisch toegevoerde (en afgezogen) ventilatielucht op basis van warmte- en koelbehoefte in het gebouw (verwarming en/of koeling via de lucht).

Als niet is vast te stellen dat er een debietregeling is, neem dan aan dat er geen debietregeling is.

De aanwezigheid van debietregeling kun je herkennen op basis van:

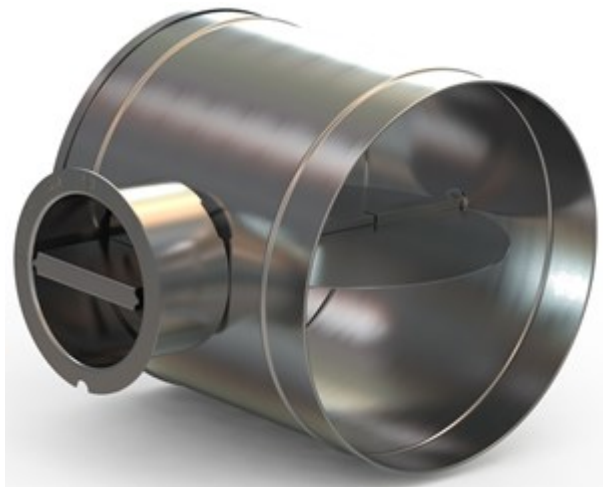
- Installatieschema's;
- De aanwezigheid van VAV-kleppen in de luchtkanalen (kleppenregeling). Deze VAV-kleppen worden dan aangestuurd op basis van warmte- en/of koudebehoefte (bijv. door een ruimtethermostaat);
- Als er een toerenregeling aanwezig is, dan is er een frequentieregelaar op de LBK aanwezig.

Er worden vier soorten debietregeling in ventilatiesystemen gewaardeerd in de energieprestatie. Dit zijn:

- Smoorregeling (kleppen): een voorziening voor regeling van de grootte van de lucht volumestroom uitsluitend door het verhogen van de luchtweerstand zoals in afb. 11.35 en 11.36;
- Inlaatklepverstelling of waaierschopverstelling;
- Toerenregeling (frequentieregeling): een voorziening voor regeling van de grootte van de lucht volumestroom door het variëren van het aantal omwentelingen per tijdseenheid van een ventilator;
- Overige vormen van debietregeling.



Afb. 11.37 Driestandenschakelaar voor ventilatie



Afb. 11.38 Inregelklep voor inregelen luchtvolumestroom (vaak nabij luchtinblaasroosters)

Voorbeeld

Als een ventilatiesysteem een maximaal debiet van 10.000 m³/uur heeft en de debietregeling kan worden geregeld tussen 10.000 en 6.000 m³/u, dan is het percentage van de debietregeling 60%.

11.5 LUCHTBEHANDELINGSKAST EN WTW

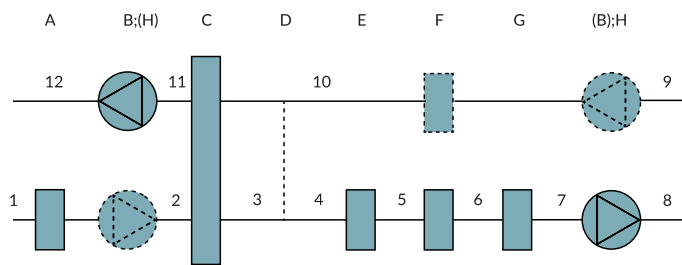
11.5.1 Luchtbehandelingskast

Het gaat hier om een centraal opgestelde installatie die ten minste een debiet van 1.000 m³/uur levert. De volgende processen kunnen in een LBK plaatsvinden:

- Lucht filteren (filtersectie);
- Verwarmen (vorstbeveiliging, verwarmingssectie en WTW);
- Koelen, (koelsectie en WTW);
- Bevochtigen;
- Ontvochtigen (koelsectie);
- Transporteren (ventilatoren).

De kast kan zijn opgebouwd uit de volgende secties, zie ook afb. 11.39:

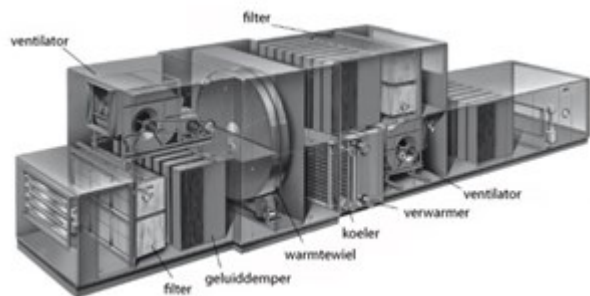
- a. Vorstbeveiliging/voorverwarming/koeling;
- b. Afvoerventilator (alleen type D);
- c. Warmteterugwinning;
- d. Recirculatie;
- e. Koeling/ontvochtiging;
- f. Bevochtiging;
- g. Verwarming;
- h. Aanvoerventilator.



Behandelfase	Type lucht
A Vorstbeveiliging/ Voorverwarming/ Koeling	1 Buitenlucht
B Afvoerventilator	2 Voorverwarme buitenlucht
C Warmteterugwinning	3 Toevoerlucht na warmteterugwinning
D Recirculatie	4 Toevoerlucht na recirculatie
E Koeling/ontvochtiging	5 Toevoerlucht na koeling/ontvochtiging
F Bevochtiging	6 Toevoerlucht na bevochtiging
G Verwarming	7 Toevoerlucht na verwarming
H Aanvoerventilator	8 Toevoerlucht die het distributiesysteem in gaat
	9 Afvoerlucht die het distributiesysteem uit gaat
	10 Afvoerlucht die de recirculatie binnen gaat
	11 Afvoerlucht na warmteterugwinning
	12 Afgevoerde lucht

Afb. 11.39 Schematische weergave van een luchtbehandelingskast (LBK)

Afb. 11.40 toont een voorbeeld van een opengewerkte luchtbehandelingskast. Een luchtbehandelingskast staat vaak in de technische ruimte of op het dak opgesteld.



Afb. 11.40 Opengewerkte luchtbehandelingskast (bron: Verhulst Luchtbehandeling B.V.)

Meestal zijn de secties van een luchtbehandelingskast voorzien van kenplaatjes of afbeeldingen met informatie over welke sectie het betreft en wat de specificaties van de sectie zijn (bijvoorbeeld drukken, debieten, vermogen).

11.5.2 Warmteterugwinning uit ventilatielucht

Een ventilatiesysteem dat bestaat uit mechanische toevoer- en afvoerventilatie (type D en E) kan voorzien zijn van warmteterugwinning (WTW). Aan de afvoerlucht wordt dan warmte onttrokken (op momenten van warmtevraag) om de toevoerlucht voor te verwarmen. Als er in de geventileerde ruimte koudevraag is, wordt de lucht voorgekoeld. Er zijn verschillende vormen van warmteterugwinning bij ventilatielucht. WTW komt voor in luchtbehandelingskasten (grotere utiliteit) en in ventilatieboxen (kleine utiliteit). Hieronder geven we verschillende typen warmteterugwinapparaten of -systemen die vaak bij balansventilatie voorkomen.

Koude laden met de luchtbehandelingskast

In deze gevallen is er sprake van een warmte- en koudeopslag in de bodem, er is dan een warmtepomp aanwezig.

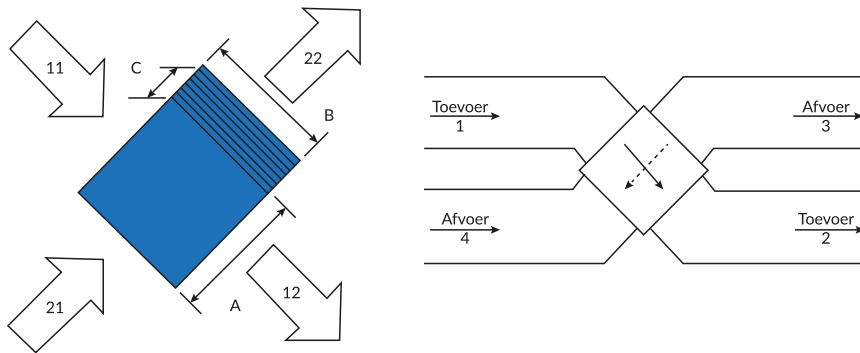
Platen- of buizenwarmtewisselaar

Platenwarmtewisselaars zijn opgenomen in de luchtbehandelingskast en kun je herkennen doordat toevoer en afvoer vaak kruislings langs elkaar lopen. Door middel van warmtegeleiding via de platen wordt warmte uitgewisseld tussen de warme afvoerlucht en de koude toevoerlucht. Net als bij warmtewielen liggen de toevoer en afvoer dus tegen elkaar aan. Buizenwarmtewisselaars komen zelden voor bij ventilatiesystemen.

Kruisstroomwarmtewisselaar

Dit is een warmtewisselaar waarbij toevoer- en afvoerstroom gescheiden langs één zijde van een lichtdichte scheidingswand stroomt. Dit type wisselaar bestaat uit een serie dunne kanaaltjes (het is dus geen platenwisselaar). De warmteoverdracht vindt plaats door de scheidingswand. De stromingsrichting van toe- en afvoerlucht verschilt (onder een hoek van 30 tot 90 graden). Dit

systeem biedt mogelijkheden voor een passieve verkoeling van ventilatielucht (bypassvoorziening).

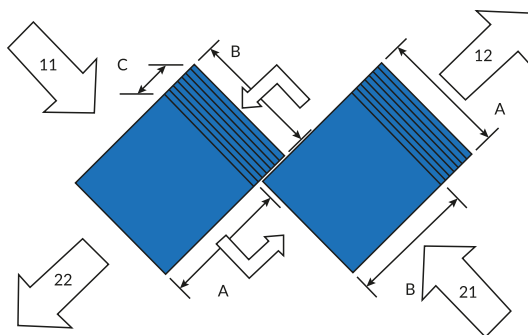


Afb. 11.41 Schematische voorstelling van een enkelvoudige kruisstroomwarmtewisselaar



Afb. 11.42 Kruisstroomwisselaar in luchtbehandelingskast

Er bestaan ook dubbele kruisstroomwarmtewisselaars (zie afb.11.43). Deze bestaat uit twee duidelijk gescheiden, enkelvoudige kruisstroomwarmtewisselaars, waarbij beide luchtstromen in serie en in globale tegenstroom door de beide warmtewisselaars stromen.



Afb. 11.43 Schematische voorstelling van een dubbele kruisstroomwarmtewisselaar

Twee-elementensysteem (twin-coil)

Deze vorm van warmteterugwinning wordt toegepast wanneer er een separate toevoerkast en afvoerkast zijn voor de luchtbehandeling, die niet direct naast elkaar liggen. De toevoer- en afvoersectie zijn dan verbonden via een leidingstelsel.

Een warmtewisselaar bestaande uit twee sets van lucht/vloeistofwarmtewisselaars. Zowel ingaande als uitgaande lucht stroomt door een lucht/vloeistofwarmtewisselaar. Via de vloeistof wordt de warmte overgedragen tussen de luchtstromen. Met een circulatiepomp wordt de vloeistof van de ene naar de andere warmtewisselaar gepompt. Dit type apparaat wordt ook wel 'twin-coil' genoemd. Het systeem is goed herkenbaar op prinsipschema's.



Afb. 11.44 Twin-coil systeem in een luchtbehandelingskast

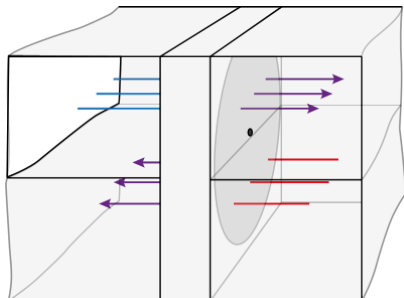
Warmebuisapparaat (heat pipe)

In een heat pipe zit een transportmedium. Dit medium verdampt aan de warme kant, waarbij dit medium energie opneemt. Vervolgens beweegt zich dit gas voort naar de koude kant, waar het condenseert en zijn warmte afgeeft. Daarna stroomt het als vloeistof weer terug naar de warme kant.

Warmtewiel

Dit wordt ook wel een langzaam roterende of intermitterende warmtewisselaar genoemd. Het is een warmtewisselaar bestaande uit een ronddraaiende rotor (circa 12 omwentelingen per minuut) van warmte-accumulerend materiaal. De rotor wordt afwisselend voor ingaande en uitgaande lucht gehouden. Het onderste deel van de rotor wordt meestal voor toevoerlucht gebruikt en het bovenste voor afvoerlucht. Warmtewielen hebben vaak ook de mogelijkheid om vocht vanuit de afvoerlucht naar de toevoerlucht uit te wisselen (terug te winnen). Dit zijn de zogenaamde hygroscopische warmtewielen.

Warmtewielen zijn herkenbaar als installatieonderdelen die in de nabijheid van de luchtbehandelingskast staan opgesteld en die qua afmetingen groter zijn dan de doorsnede van de gezamenlijke luchtkanalen. Bij warmtewielen zijn de luchtkanalen voor toevoer en afvoer naast of boven elkaar gelegen.



Afb. 11.45 Schematische voorstelling van een warmtewiel



Afb. 11.46 Een warmtewiel

Enthalpiewisselaar

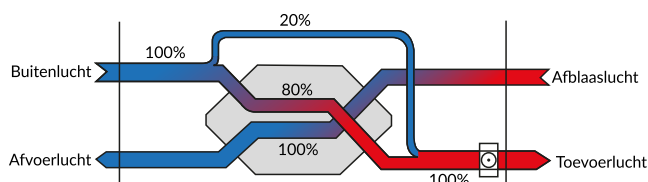
De enthalpiewisselaar is een warmtewisselaar met vochtterugwinning. Met een enthalpiewisselaar wordt een deel van het afgevoerde vocht overgedragen aan de toevoerlucht (naar de woning). Dit is mogelijk doordat de wisselaar is voorzien van een speciaal membraamfolie die ervoor zorgt dat de toevoer- en afvoerlucht volledig gescheiden blijven. Maar er kan wel vocht worden overgedragen tussen beide luchtstromen.



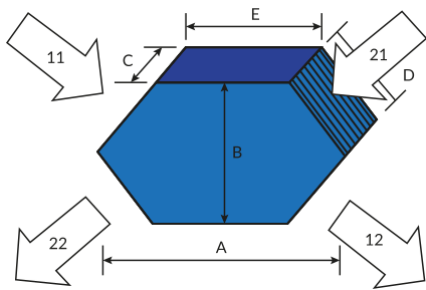
Afb. 11.47 Enthalpiewisselaar (bron: Zehnder)

Tegenstroomwarmtewisselaar

Dit is een warmtewisselaar die bestaat uit een serie dunne kanaaltjes waar de toevoer- en afvoerlucht elk langs een zijde van een luchtdichte scheidingswand stromen. De warmteoverdracht vindt plaats door de scheidingswand. De toevoer- en afvoerlucht stromen in hetzelfde vlak, maar in tegengestelde richting. Tegenstroomwarmtewisselaars kunnen zijn uitgevoerd in kunststof of aluminium.



Afb. 11.48 Schematische voorstelling van een tegenstroom-WTW met bypass



Afb. 11.49 Tegenstroomwarmtewisselaar



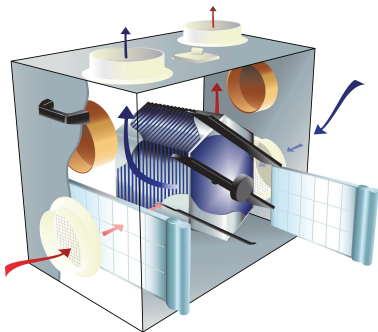
Afb. 11.50 Platenwisselaar toegepast in WTW-unit woningbouw (bron: Itho)

11.5.3 Constant volumeregeling

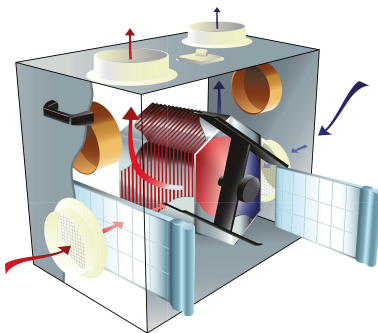
Een constant volumeregeling compenseert drukveranderingen door de toevoer- en afvoerventilator bij te regelen. Omdat dit de balans tussen toevoer en afvoer herstelt, vervalt de aftrek voor onbalans. Let op: dit geldt alleen als de regeling bij alle debieten of schakelstanden van de ventilatie actief is. Als niet is vast te stellen of er sprake is van een constant volumeregeling, ga er dan van uit dat er geen sprake is van constant volumeregeling. Of een constant volumeregeling aanwezig is, valt op te maken uit de specificaties of de productomschrijving van de WTW op basis van merk en type.

11.5.4 Bypass op de WTW

Een WTW kan niet alleen de warmtevraag voor ruimteverwarming reduceren, maar ook de koelbehoefte. Met een bypass-voorziening wordt de WTW omzeild of buiten werking gesteld en wordt (deels) koude buitenlucht het gebouw ingeblazen. We noemen dat passieve koeling. Naast de aanwezigheid van een bypass op de WTW, is ook een geschikte regeling een voorwaarde voor het invoeren van passieve koeling bij een bypass. De aanwezigheid en eigenschappen van de bypass zijn alleen te bepalen op basis van bewijsstukken (zie ook 11.1). Dit is dan een gecontroleerde kwaliteitsverklaring zijn, een datasheet of productblad, of in het geval van luchtbehandelingskasten een projectdocument van de leverancier.



Afb. 11.51 Bypass geopend bij warmteterugwinning



Afb. 11.52 Bypass gesloten bij warmteterugwinning

11.5.5 Verwarming via de luchtbehandeling

De verwarmingssectie is aangesloten op de verwarmingsinstallatie. De verwarmingssectie zit in het toevoerdeel van de luchtbehandelingskast. Er gaan twee leidingen (aanvoer en retour) de sectie in. Deze leidingen zijn vaak geïsoleerd, zeker als de LBK buiten staat. De leidingisolatie is meestal wit of grijs.



Afb. 11.53 Voorverwarmer luchtbehandelingskast (bron: Recupair)



Afb. 11.54 Verwarmingsbatterij luchtbehandelingskast (bron: Recupair)

11.5.6 Koeling en ontvochtiging via de luchtbehandeling

Een koelinstallatie kan zijn koude afgeven aan de ventilatielucht via een luchtbehandelingskast. In het geval van een warmtepomp kan dat op twee manieren:

- De verdampers is in de luchtbehandelingskast geplaatst (DX-systeem, zie afb. 10.24);
- Distributie met water van de warmtepomp naar de LBK.

Doordat koudere lucht minder vocht (waterdamp) kan bevatten dan warme lucht, wordt de lucht door actief te koelen ook ontvochtigd.

De koelsectie is aangesloten op de koelinstallatie. De koelsectie zit in het toevoerdeel van de luchtbehandelingskast. Er gaan twee leidingen (aanvoer en retour) de sectie in. Deze leidingen zijn vrijwel altijd geïsoleerd, maar soms wordt een niet-geïsoleerde slang gebruikt. Dit betreft actieve koeling die zijn koude afgeeft via een luchtbehandelingskast.

De aanwezigheid van passieve koeling is alleen te bepalen op basis van bewijsstukken (zie ook 11.1). Dit is dan een projectdocument van de leverancier.



Afb. 11.55 Koelbatterij op basis van gekoeld water (GKW) met druppelvanger voor afvoer condenswater (bron: Recupair)



Afb. 11.56 Aansluiting van koelleidingen op een koelbatterij van de luchtbehandelingskast



Afb. 11.57 Aansluiting van verwarmings- en koelleidingen op de luchtbehandelingskast

11.5.7 Bevochtiging

De bevochtigingssectie is aangesloten op de luchtbevochtiger. De bevochtigingsectie zit in het toevoerdeel van de luchtbehandelingskast. Naast de luchtbehandelingskast staat dan een bevochtigingsunit. Bij woningen komt bevochtiging praktisch niet voor. Voor voorbeelden van de bevochtigingsunits zie hoofdstuk 12.

11.6 DISTRIBUTIE

Als er sprake is van mechanische ventilatie (systeem B t/m E) wordt de ventilatielucht door ventilatoren via de kanalen gedistribueerd tussen buiten en de ruimten in het gebouw.



Afb. 11.58 Geïsoleerde luchtkanalen (bron: Rockwool)



Afb. 11.59 Ongeïsoleerde luchtkanalen

11.6.1 Luchtdichtheid van kanalen

De luchtdichtheidsklasse van een kanaalsysteem kan worden vastgesteld door een meting volgens NEN-EN 1507 [15], NEN-EN 12237 [16] en/of NEN- EN 15727 [17]. Let op, indien alleen de componenten in het systeem aan een bepaalde luchtdichtheidsklasse voldoen, kan niet worden gesteld dat het luchtkanaalsysteem deze luchtdichtheidsklasse heeft.

Als er geen meting heeft plaatsgevonden of het meetrapport voldoet niet aan de voorwaarden volgens de bovengenoemde meetnormen dan mag in de volgende situaties worden uitgegaan van luchtdichtheidsklasse LUKA A, B, C:

- Bij kanalen die over meer dan 75% van hun lengte zijn ingestort in beton;
- Voor kunststof leidingsystemen;
- Voor metalen kanalen waarvan alle verbindingen zichtbaar zijn afgedicht.

Tabel 11.2 Op te nemen gegevens over luchtdichtheid van kanalen

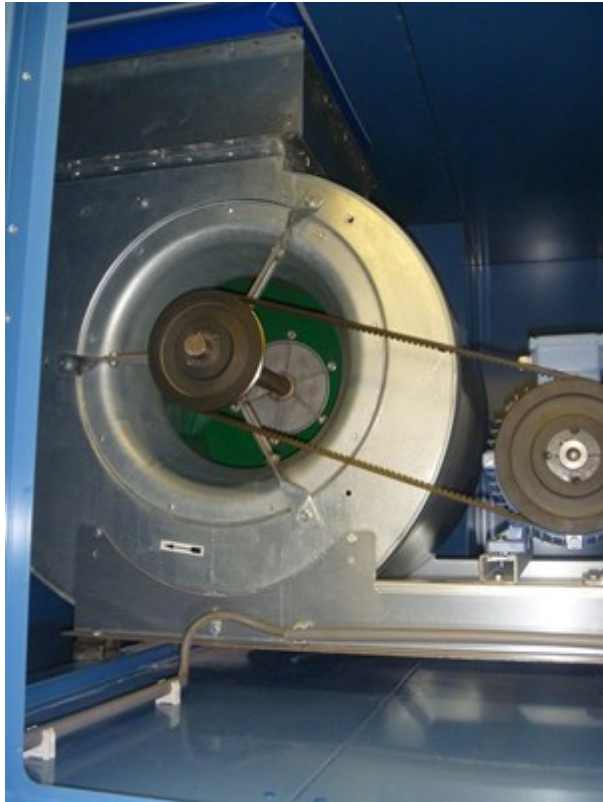
Luchtdichtheid kanalen (correctiefactor)
LUKA A, B of C (1,05)
LUKA D (1,0)
Geen kanaal (1,0)
Onbekend

11.6.2 Warmteverliezen in kanalen

Voor de warmteverliezen in ventilatiekanalen wordt bij het bepalen van de energieprestatie alleen rekening gehouden met de kanalen buiten de thermische zone, tussen LBK of toevoerventilator enerzijds en de geventileerde ruimten anderzijds. Deze onderdelen komen alleen voor bij systeemtypen B, D en E.

11.7 VENTILATOREN

Ventilatoren komen in een gebouw in verschillende vormen en op diverse locaties voor. Dit kunnen losse ventilatoren zijn voor mechanische afvoer of toevoer, ventilatoren in een LBK of een ventilatiebox.



Afb. 11.60 Snaargedreven ventilator



Afb. 11.61 Direct (motor)gedreven ventilator



Afb. 11.62 Ventilatorbox

Het werkelijke nominale vermogen staat vaak vermeld op de ontwerpberekeningen van het ventilatiesysteem. Dit vermogen kun je ook halen uit meetwaarden of van de nominale vermogens die op typeplaatjes zijn vermeld.

Het elektrisch asvermogen staat op de ventilator vermeld of anders in de technische specificaties van de ventilator. In de technische specificaties zijn ook de spanning, de stroom en de arbeidsfactor opgenomen.

Opmerking:

Op grotere ventilatoren, die door een aparte motor via een snaar wordt aangedreven, is doorgaans het elektrisch asvermogen P_{as} vermeld. Als de ventilator direct door de motor wordt aangedreven (zonder snaar), dan wordt meestal het nominaal elektrisch vermogen P_{nom} vermeld.

11.8 ZOMERNACHTVENTILATIE

Zomernachtventilatie kun je herkennen als er een ontwerp hiervoor is dat bij de aanvraag van de omgevingsvergunning is meegenomen. Je kunt dan denken aan voorzieningen als ventilatie via natuurlijke luchtvolumestromen. Deze natuurlijke luchtvolumestromen komen tot stand via roosters, luiken, kleppen en te openen ramen.

In de utiliteitsbouw komt zomernachtventilatie op basis van uitsluitend natuurlijke luchtstromen nauwelijks voor. Omdat EP-U adviseurs ook de energieprestatie van woonfuncties mogen bepalen, is zomernachtventilatie als aandachtspunt opgenomen in dit praktijkboek.

Het ventilatiesysteem kan ook worden gebruikt om passief te koelen. Mechanische zomernachtventilatie valt hier ook onder. Er wordt dan gekoeld door automatisch koude buitenlucht in het gebouw te brengen op tijden dat de buitentemperatuur lager is dan de binnentemperatuur en als er op dat moment koudevraag is. Hieraan wordt voldaan als er ten minste sprake is van een automatische sturing van het ventilatiesysteem waarbij die sturing afhankelijk is van de actuele gemeten binnen- én buitentemperatuur. Dit kan voorkomen bij ventilatiesystemen B t/m E. Bij systeem D met een WTW en systeem E is naast een automatische sturing ook een bypass op de WTW aanwezig.

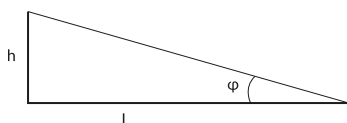
11.8.1 Bepalen luchtstromen

Informatie over dit onderwerp kun je terugvinden in de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2].

11.8.2 Oriëntatie en hellingshoek doorlaten

De oriëntatie en hellingshoek van een doorlaat voor zomernachtventilatie worden op identieke wijze bepaald als voor andere bouwkundige constructies.

Op platte daken kun je de hellingshoek bepalen door tangens van de hoek (φ) te berekenen en deze vervolgens naar een hoek om te rekenen. De tangens van de hoek wordt berekend door het hoogteverschil van de doorlaat h te delen door de lengte l van de doorlaat, zie afb. 11.63.



Afb. 11.63 Tangens hellingshoek

Op schuine daken kun je de hoek van het dak, en daarmee de doorlaat, bepalen via een gevelaanzicht dat van opzij zichtbaar is. Daarnaast kun je gebruik maken van een protractor-app op een mobiele telefoon.

11.8.3 Oppervlakte doorlaten

Voor alle doorlaten bepaal je de netto doorlaat per oriëntatie. Dit is de effectieve oppervlakte van de opening met aftrek van de gesloten delen ten gevolge van lamellen, perforatieplaat of gaas.

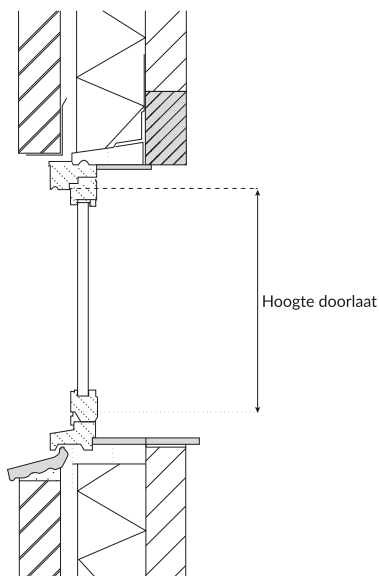
De netto doorlaat A_n van elke opening bepaal je met onderstaande formule:

$$A_n = A_b \cdot J_i \cdot f \quad ((11.1))$$

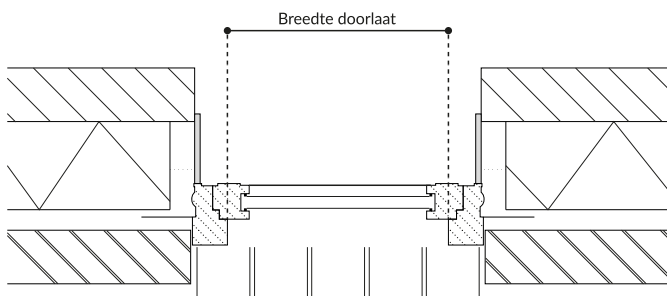
waarin:

A_n	=	Netto doorlaat van de opening	[m ²]
A_b	=	bruto oppervlakte van de opening, gemeten vanaf de dagmaat	[m ²]
J_i	=	de vermenigvuldigingsfactor afhankelijk van de openingshoek van de doorlaat i bepaald volgens afb. 11.66	[-]
f	=	reductiefactor voor de doorlaat in verband met belemmering door lamellen, perforatieplaat of gaas, volgens productspecificatie	[%]

De bruto oppervlakte van een rechthoekige opening bepaal je door de kleinste hoogte en de breedte van de opening (dagmaat) met elkaar te vermenigvuldigen, zie afb. 11.64 en 11.65.



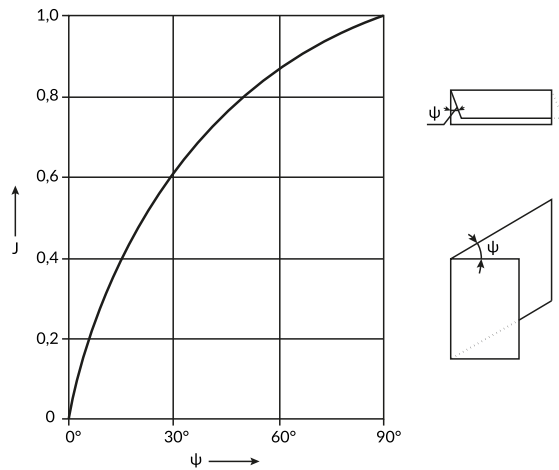
Afb. 11.64 Bruto hoogte van de doorlaat (verticale doorsnede opening)



Afb. 11.65 Bruto breedte van de doorlaat (horizontale doorsnede opening)

Bij doorlaten die een openingshoek hebben van minder dan 90°, bepaal je factor Ψ via onderstaand grafiek.

ψ Is de maximale openingshoek van de spuicomponent in °



Afb. 11.66 Grafiek ter bepaling van de vermenigvuldigingsfactor J (NEN 1087 [14])

Indien bekend is welk percentage van het gaas, de geperforeerde plaat of de lamellen open is, vermenigvuldig je de bruto oppervlakte van de doorlaat met de reductiefactor voor de doorlaat (percentage open).

Wanneer de werkelijke doorlaat van de lamellen, perforaties of gaas niet kan worden bepaald, dan reken je met een reductiefactor 0,3.

De netto doorlaat A_w is de som van alle netto doorlaten A_n per oriëntatie bepaald op basis van formule 11.1.

11.8.4 Bediening

Informatie over dit onderwerp kun je terugvinden in de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2].

11.8.5 Overig

Informatie over dit onderwerp kun je terugvinden in de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2].

12 BEVOCHTING EN ONTVOCHTING (UTILITEITSBOUW)

12.1 INLEIDING

In hoofdstuk 12 van ISSO-publicatie 75.1 [1] kun je de bepaling van bevochtiging en ontvochtiging terugvinden in het kader van het bepalen van de energieprestatie. Voor woongebouwen is dit niet van toepassing. Om die reden is de invulling van bevochtiging in hoofdstuk 12 van ISSO-publicatie 82.1 [2] leeggelaten.

12.2 BEVOCHTING

Bevochtiging kun je bijvoorbeeld herkennen aan de aanwezigheid van een hygrostaat in de rekenzone (lokaal) of een duidelijk herkenbare bevochtigungsunit naast de luchtbehandelingskast (centraal). De gebruiksoppervlakte die voorzien is van bevochtiging stel je vast.

12.2.1 Type bevochtiging

Bevochtiging van lucht kan op verschillende manieren plaatsvinden:

- Elektrisch gevoede stoombevochtiging: Een bevochtigungsinstallatie waarbij de benodigde verdampingswarmte voor het water door elektriciteit wordt aangeleverd (bijvoorbeeld elektrische stoombevochtiging). De bevochtigungsinstallatie kan zowel centraal opgesteld zijn, bv. als onderdeel van de luchtbehandeling of lokaal;
- Niet-elektrisch gevoede stoombevochtiging: Waterbevochtiging of stoombevochtiging op stoomketel (niet-elektrisch, op olie of gas);
- Adiabatische bevochtiging: Bevochtigingssysteem dat werkt zonder externe primaire warmte-energie, zoals het vernevelen van water in een luchtstroom. Een voorbeeld hiervan is ultrasoon vernevelen.



Afb. 12.1 Bevochtigungsunit (bron: Hygrotemp)



Afb. 12.2 Stoombevochtigingsunit (bron: Hygrotemp)



Afb. 12.3 Adiabatische bevochtiger voor in een luchtbehandelingskast (bron: Hygrotemp)

12.2.2 Vochtterugwinning

Een warmtewiel waarop een vocht-absorberende laag (absorptiewarmtewiel) is aangebracht, kan je als een voorziening voor vochtterugwinning aanmerken. Recirculatie mag in deze zin niet als vochtterugwinning zien. Je kunt een absorptiewarmtewiel herkennen uit de specificaties van de leverancier.

13 WARMTAPWATER

13.1 INLEIDING

Dit hoofdstuk beschrijft de tapwaterinstallatie in een gebouw. Je leest hoe een gebouw van warmtapwater wordt voorzien.

13.1.1 Leeswijzer

De onderdelen van de tapwaterinstallatie kunnen zowel decentraal als centraal zijn opgesteld.

Per ruimte gaat het om de volgende, decentrale, onderdelen:

- Opwekkers, zoals keukengeisers of close-in boilers;
- Afgiftesystemen, dat wil zeggen kranen en douches;
- Distributiesysteem.

Bij de centraal opgestelde onderdelen gaat het om de volgende onderdelen:

- Opwekkers, zoals combiketels en indirect verwarmde boilers bevinden zich vaak in een technische ruimte (TR);
- Distributiesysteem;
- Collectoren van zonneboilers bevinden zich vaak op het dak, zie hoofdstuk 15.

De indeling van dit hoofdstuk volgt daarom ook de indeling opwekking, distributie en afgifte.

Tabel 13.1 Indeling hoofdstuk 13 Warmtapwater

Onderdeel	Aspect	Paragraaf
Installatie voor warmtapwater	Opbouw en relatie klimatiseringszone	13.2
Opwekking warmtapwater	Beschrijving mogelijke opwekkers van warmtapwater	13.3
Distributie	Beschrijving distributiesystemen warmtapwater	13.4
Afgiftesysteem voor warmtapwater	Korte beschrijving afgiftesystemen warmtapwater	13.5
Warmteterugwinning	Beschrijving van een douchewarmteterugwinning	13.6

13.1.2 Werkwijze

In de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2] komt steeds het onderdeel 'bepalen' terug. Daarin geven we aan wat je voor de energieprestatieberekening moet bepalen. Dit praktijkboek gaat dieper in op 'herkennen', waarin we onder meer omschrijven hoe een machine, apparaat of installatie eruitziet, wat het doet en welke onderdelen of varianten er zijn.

13.1.3 Te gebruiken informatiebronnen

Bij de opname van de tapwaterinstallatie maak je gebruik van verschillende informatiebronnen. Hieronder volgt een toelichting van deze informatiebronnen:

1. Documentatie van het gebouw, zoals installatietekeningen. Controleer steekproefsgewijs of de documentatie overeenkomt met de werkelijkheid als het gaat om types, aantallen en locaties. Deze documentatie is vaak terug te vinden bij de beheerder of eigenaar van het gebouw. Installatietekeningen kun je herkennen aan de onderhoek of stempel rechtsonder op de tekening. Hierop staat informatie over het gebouw, welke informatie op de tekening staat en de teken- of revisiedatum;
2. Productdocumentatie zoals datasheets, typeplaatjes en facturen. Informatie hierover vind je meestal terug op typeplaatjes op de installatiecomponenten, facturen, installatiehandleidingen of op de website van de fabrikant of leverancier;
3. Eigen waarnemingen en tellingen in het gebouw. Het meest betrouwbare is dat je in het gebouw de installatiecomponenten visueel controleert. Je bent immers verantwoordelijk voor de gegevens die je gebruikt om te komen tot een energieprestatieberekening;
4. Toestellen of apparaten kunnen beschikken over kwaliteitsverklaringen waar je informatie uit kan halen. Een toelichting van kwaliteitsverklaringen kun je terugvinden in paragraaf 5.2.2.

10.1.4 Dossiervorming

In de opnameprotocollen geven we aan waar het dossier aan moet voldoen. Hierna volgt een aantal tips bij het verzamelen van informatie voor het vormen van een goed dossier.

- Maak de informatie uit par. 13.1.3 in het dossier aannemelijk zodat de tekeningen overeenkomen met de situatie tijdens de opname;
- Aantekeningen; bijvoorbeeld plattegronden met daarop per ruimte aangegeven dat er een afgiftesysteem (kraan of douche) is;
- Foto's; zowel detailfoto als overzichtsfoto's. Op een detailfoto zijn de relevante eigenschappen van het betreffende distributiesysteem, opwekker of afgiftesysteem zichtbaar; bijvoorbeeld foto's van:
 - Opwekkers;
 - Type plaatjes;
 - Isolatie van leidingen en appendages;
 - Afgiftesystemen (kranen of douches).
- De overzichtsfoto is van een grotere afstand gemaakt en daarop is te zien waar (het onderdeel van) de installatie zich bevindt in het gebouw of ruimte;
Bijvoorbeeld: Eerst is er een foto van het typeplaatje van de tapwateropwekker, daarna volgt een afbeelding van de tapwateropwekker waarop het typeplaatje zit. Daarna een afbeelding met de positie van de tapwateropwekker ten opzichte van het gebouw;
- Maak ook foto's van merk en type of maak een kopie van de aankoopfactuur als je een kwaliteitsverklaring gebruikt.

13.2 WARMTAPWATERSYSTEEM

In een gebouw kan het warme tapwater door één of meer warmtapwatersystemen worden verzorgd. Hoe de opbouw van een tapwatersysteem in elkaar zit en hoe het zit met de klimatiseringszones wordt in de volgende paragrafen besproken.

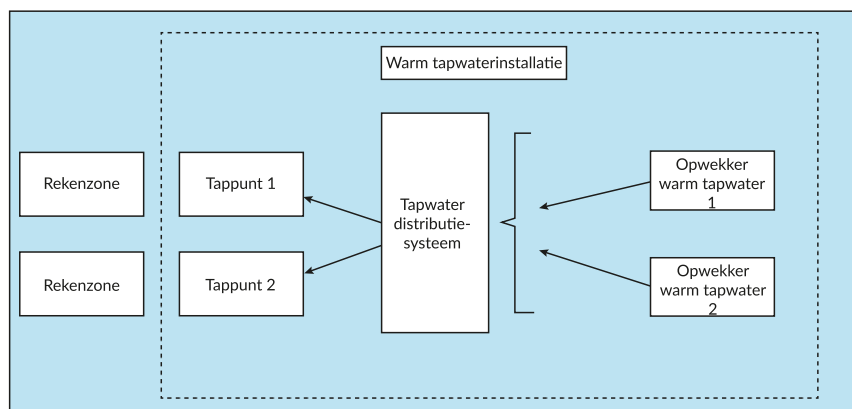
13.2.1 Opbouw tapwatersysteem

Een warmtapwatersysteem bestaat uit de samenhangende onderdelen warmteafgifte, -distributie, opslag en opwekking. Het distributiedeel kan door meerdere opwekkers worden gevoed, zie ook afb. 13.1.

De bijdrage van een eventueel zonne-energiesysteem wordt afgetrokken van het energiegebruik voor de warmtedistributie. De bijdrage van een eventueel DWTW-systeem wordt afgetrokken van de benodigde warmte voor het afgiftesysteem voor warmtapwater.

De volgende onderdelen neem je hierbij op:

1. Opwekking;
2. Opslag van warmtapwater;
3. Distributiesysteem;
4. Afgiftesysteem;
5. Douchewaterwarmteterugwinning (indien aanwezig);
6. Zonne-energiesysteem (indien aanwezig, zie hoofdstuk 15).



Afb. 13.1 Opbouw van een eenvoudig tapwatersysteem

Het komt dus voor dat een warmtapwatersysteem meerdere opwekkers heeft. Als op een warmtapwatersysteem meerdere opwekkers zijn aangesloten, zijn deze opwekkers onderling geprioriteerd. Systemen op zonne-energie zijn altijd preferent op andere opwekkers. Dat wil zeggen dat eerst systemen op zonne-energie worden aangesproken bij het gebruik van warm tapwater. Verdere prioritering gaat op basis van het rendement per apparaat, waarbij het opwektoestel met het hoogste rendement als eerste komt.

Voorbeelden bepaling aantal tapwatersystemen in een gebouw

- Een gebouw heeft twee opwekkers, namelijk:
 - een elektrische warmtepomp en
 - een CV-combiketel.Zij voeden beide één distributiesysteem. Het is daarmee **één** tapwatersysteem;
- Een sporthal bestaat uit onder andere een sportzaal, kleedkamers en een kantine.
 - Het douchewater voor de kleedkamers wordt verzorgd door een indirect gestookte boiler, die op de CV-ketel is aangesloten. Distributie van het warmtapwater uit de indirect gestookte boiler verloopt via circulatieleidingen.
 - In de werkruimte van het sportgedeelte hangt een elektrische boiler voor de schoonmaak, met een uittapleiding van minder dan drie meter.
 - Ook de kantine heeft een elektrische boiler met een uittapleiding van minder dan drie meter.Er zijn in dit geval **twee** tapwatersystemen, namelijk:
 1. • Indirect gestookte boiler met circulatieleidingen;
 2. • Elektrische boilers met uittapleidingen < 3 m.
- Een kantoorgebouw met vijf bouwlagen heeft op iedere etage een pantry met een close-in boiler en een uittapleiding van minder dan drie meter. Het gaat om vijf identieke systemen. Dit gebouw heeft vijf tapwatersystemen. Dit mag opgegeven worden als **één** systeem met vijf (identieke) toestellen of opwekkers;
- In een woning wordt warm water in de keuken geleverd door een kokendwatertoestel. Het warm water in de badkamer is afkomstig uit een warmtepompboiler. Er zijn twee opwekkers voor warmtapwater met ieder hun eigen uittapleidingen. Er zijn twee warmtapwatersystemen in deze woning;
- Een woning bestaat uit een hoofddeel voor de vaste bewoners (woonfunctie) en een uitbouw die aan gasten wordt verhuurd (logiesfunctie).
 1. • In het hoofddeel wordt het tapwater van zowel keuken als badkamer door een combiketel verzorgd.
 2. • Het gastenverblijf heeft een douche met doorstroomtoestel en een keukentje met een close-in boiler.Er zijn drie opwekkers met ieder hun eigen uittapleidingen. Er zijn drie warmtapwatersystemen;
- Alle woningen in een woongebouw hebben een eigen HR-combiketel voor warmtapwater. Dit geldt als één tapwatersysteem voor dit woongebouw;
- Alle woningen in een woongebouw hebben een eigen HR-combiketel voor warmtapwater. Bij de woningen op de bovenste etage wordt het tapwater voorverwarmd door een zonneboiler. Dit geldt als twee tapwatersystemen voor dit woongebouw:
 1. • één met en
 2. • één zonder zonneboiler;
- Een woongebouw heeft twee opwekkers, namelijk een elektrische warmtepomp en een CV-combiketel. Zij voeden beiden één distributiesysteem. Er is daarmee één tapwatersysteem.

13.2.2 Tapwater en klimatiseringszones

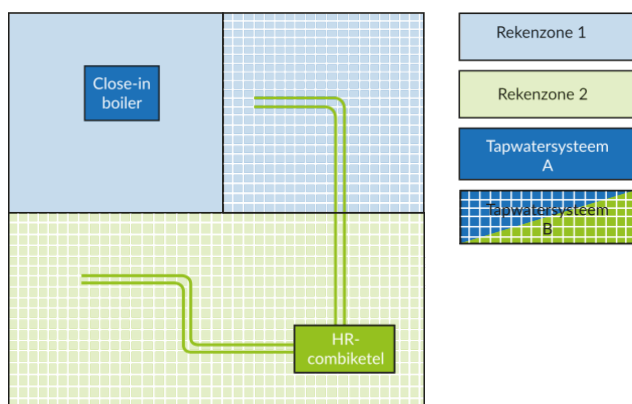
Tapwatersystemen zijn niet van invloed op de indeling in klimatiseringszones en rekenzones. Een warmtapwatersysteem valt niet altijd samen met een rekenzone: één systeem kan meer rekenzones bedienen en één rekenzone kan meer systemen bevatten.

Voorbeelden

Een gebouw bestaat uit twee rekenzones, namelijk rekenzone 1 en rekenzone 2. Het gebouw heeft twee tapwatersystemen, namelijk systeem A en systeem B. Tapwatersysteem A beslaat een deel van rekenzone 1. Tapwatersysteem B beslaat de hele rekenzone 2 plus het overige deel van rekenzone 1. Zie afb. 13.2.

Voor de berekening heeft iedere rekenzone een warmtapwatersysteem. Aan alle rekenzones in een gebouw moet ten minste één tapwatersysteem worden toegewezen, ook wanneer er in

werkelijkheid geen tappunt aanwezig is in de rekenzone. Bij de toewijzing van tapwatersystemen aan rekenzones, zijn de locaties van de tappunten leidend.



Afb. 13.2 Schematische voorstelling van een gebouw met twee rekenzones en twee tapwatersystemen

Er zijn drie situaties mogelijk:

1. Er is één tapwatersysteem in de rekenzone:
Het aangetroffen tapwatersysteem wordt het systeem van die hele rekenzone;
2. Binnen een rekenzone komen meerdere tapwatersystemen voor:
In dit geval wordt de warmtebehoefte van de systemen voor warmtapwater verdeeld op basis van de gebruiksoppervlakte die per warmtapwatersysteem wordt bediend. In afwijking hiervan mag het tapwatersysteem in de energieprestatieberekening worden beperkt tot het warmtapwatersysteem waarop de meeste tappunten zijn aangesloten;
3. Binnen een rekenzone komt geen tapwatersysteem voor.

Meer specifiek voor woningen zijn deze drie situaties mogelijk:

1. Er is één tapwatersysteem in de rekenzone
Dat tapwatersysteem wordt het systeem van die gehele rekenzone.
2. Binnen een woning komen meerdere tapwatersystemen voor
Als in een woning afzonderlijke warmtapwatersystemen worden toegepast voor de keuken en de badruimte, dan wordt de totale netto warmtebehoefte van de gehele woning volgens een gegeven verhouding verdeeld in de netto warmtebehoefte in de keuken en in de badruimte. Voor woningen met meer dan één badkamer en meer dan één tapwatersysteem voor de verschillende badkamers wordt aan alle badkamers een gelijk oppervlak toegekend, bijvoorbeeld 50/50 bij twee badkamers. Dezelfde regel geldt als er meerdere keukens zijn.
3. Binnen een rekenzone komt geen tapwatersysteem voor
Woningen bestaan vrijwel altijd uit één rekenzone en meestal uit één tapwatersysteem. Is er in een woning een rekenzone zonder warmtapwaterpunt, wijs die rekenzone dan aan op het tapwatersysteem van de aangrenzende rekenzone van de woning. Als er geen warmtapwatersysteem is in het hele gebouw, moet 'elektrisch doorstroomtoestel' worden opgegeven.

Voorbeeld 1:

Een woning bestaat uit twee rekenzones, namelijk rekenzone 1 en rekenzone 2. De woning heeft twee tapwatersystemen, namelijk systeem A en systeem B. Tapwatersysteem A beslaat een deel van rekenzone 1. Tapwatersysteem B beslaat de hele rekenzone 2 plus het overige deel van rekenzone 1.

Voorbeeld 2:

Bij een kantoor of praktijk aan huis, waarbij een separaat warmtapwatersysteem is toegepast, wordt de gebruiksoppervlakte bepaald met alle functionele ruimten die horen bij het desbetreffende deel van het gebouw dat is bestemd als kantoor- of praktijkruimte.

Voorbeelden van de toewijzing van het oppervlak bij meerdere tapwatersystemen in een gebouw:

- In een sportschool zijn er twee rekenzones, namelijk enerzijds de kleedkamers met douches en anderzijds de sportzaal zonder warmtapwatersysteem of tappunten. In dat geval krijgt de sportzaal hetzelfde tapwatersysteem toegewezen als dat van de kleedkamers. Immers, alle rekenzones in een gebouw worden toegewezen aan een tapwatersysteem, ook wanneer er in werkelijkheid geen warmtapwatersysteem of tappunt in de rekenzone aanwezig is;

- Een sporthal bestaat uit een sportzaal, kleedkamers en een kantine. Het douchewater voor de kleedkamers wordt verzorgd door een indirect gestookte boiler, die op de CV-ketel is aangesloten. In de werkkast van het sportgedeelte hangt een elektrische boiler voor de schoonmaak. Ook de kantine heeft een elektrische boiler:
- Als het gebouw bestaat uit één rekenzone, mag het hele gebouw worden toegekend aan het tapwatersysteem met de meeste tappunten. Dit zal in de meeste gevallen het tapwatersysteem voor de douches zijn. Het is ook mogelijk om ervoor te kiezen het gebouw verder onder te verdelen, door bijvoorbeeld het oppervlak van de kantine toe te kennen aan een tweede tapwatersysteem. Daarbij is het noodzakelijk om logische, functionele grenzen aan te houden. Dat wil zeggen dat bijvoorbeeld een ballenhok niet aan de kantine kan worden toegerekend, omdat deze bij de sportzaal hoort;
- Als het sportdeel (zaal en kleedkamers) en de kantine twee aparte rekenzones zijn, dan krijgt iedere rekenzone zijn eigen tapwatersysteem. Opsplitsen van de rekenzone (het sportdeel) en een deel toekennen aan de elektrische boiler is nadrukkelijk niet de bedoeling, omdat de schoonmaak niet aan een specifiek deel van de rekenzone toe te kennen is.
- Aan een rekenzone wordt een tapwatersysteem toegewezen. Deze zone wordt door de EP-adviseur op functionele (logische) en onderbouwde wijze aan één of meerdere tapwatersystemen toegewezen. Dit kan op de volgende manieren:
 - Een verdeling op basis van de verhouding van A_g van de verschillende rekenzones;
 - De verschillende rekenzones krijgen het tapwatersysteem van de rekenzone met de meeste tappunten;
 - Een verdeling op basis van indeling van het gebouw en praktisch gebruik.
- Er zijn in een woning alleen tappunten voor warm water in de keuken en in de badkamer. Er zijn twee warmtapwatersystemen. Het warm water in de keuken wordt geleverd door een kokendwatertoestel (bijvoorbeeld een Quooker). Het warm water in de badkamer is afkomstig uit een warmtepompboiler. De warmtebehoefte wordt dan volgens een vaste factor over de twee tapwatersystemen verdeeld (20/80%). Voor beide systemen wordt de volledige gebruiksoppervlakte van de gehele woning opgegeven;
- Een woning bestaat uit een hoofddeel voor de vaste bewoners (woonfunctie) en een uitbouw die aan gasten wordt verhuurd (logiesfunctie). Er zijn drie warmtapwatersystemen. Een combiketel verzorgt in het hoofddeel het tapwater van zowel keuken als badkamer. Het gastenverblijf heeft een douche met doorstroomtoestel en een keukentje met een close-in boiler. Het hoofddeel wordt volledig toegewezen aan het tapwatersysteem met de combiketel. Een vaste verdeelsleutel verdeelt de warmtebehoefte in gastenverblijf over close-in boiler (20%) en het doorstroomtoestel (80%). De verdeling tussen woning en gastenverblijf vindt plaats op basis van gebruiksoppervlakte (en eventueel gebruiksfunctie). Voor beide systemen in het gastenverblijf geef je de volledige gebruiksoppervlakte van het gastenverblijf op;
- De voormalige garage van een woning is omgebouwd tot een kantoor. Dit kantoor is een eigen rekenzone en heeft geen aansluiting voor warmtapwater. Het kantoor krijgt hetzelfde tapwatersysteem toegekend als de rest van de woning. Voor het tapwatersysteem geef je het gezamenlijk oppervlak van woning en kantoor op.

13.3 OPWEKKING

Ieder tapwatersysteem heeft een opwekinstallatie voor warmtapwater.

Je kunt onderscheid maken in de volgende typen opwekinstallaties:

- Individuele opwektoestellen;
- Installaties samengesteld uit twee of meer opwektoestellen;
- Collectieve installaties: installaties in of nabij het gebouw die aan twee of meer energieprestatieplichtige gebouwen of gebouwdelen op het eigen perceel warmtapwater leveren;
- Warmtelevering.

Individuele of collectieve installaties maken voor de opwekking van tapwater gebruik van de volgende type opwekkers:

1. Direct verwarmd vat;
2. Compleet toestel;

3. Indirect verwarmd vat.

In het geval dat de opwekinstallatie op basis van warmtelevering werkt, kan dit op twee manieren:

- Warmtelevering door derden;
- Met een collectieve installatie voor ruimteverwarming.

De volgende individuele opwektoestellen kun je onderscheiden:

- Gasgestookte boilers (direct gasgestookt vat);
- Gasgestookte toestellen (bijvoorbeeld CV-ketels, CV-combiketels, gasgestookte combi-warmtepompen);
- Toestellen gestookt met vaste biobrandstof (i.c.m. een indirect verwarmd voorraadvat);
- Boosterwarmtepompen;
- Elektrische warmtepompen;
- Overige elektrische toestellen.

13.3.1 Collectieve tapwatersystemen

Een collectief tapwatersysteem herken je als een opweksysteem dat het warmtapwater verzorgt voor twee of meer energieprestatieplichtige gebouwen of delen van een gebouw binnen het eigen perceel.

Systemen die zijn opgebouwd uit meerdere individuele toestellen die afzonderlijk in (een deel van) de opwekking van het warmtapwater voorzien (zoals bijvoorbeeld bij keukenboilers, doorstroomtoestellen of boosterwarmtepompen), worden niet als collectief systeem beschouwd.

Voorbeeld:

Een kantoorgebouw van 2.000 m² met op iedere etage een pantry met close-in boiler, beschouw je niet als een collectief systeem. Wel beschouw je dit als één tapwatersysteem.

13.3.2 Voorraadvaten

Water in een voorraadvat kan op drie manieren worden verwarmd:

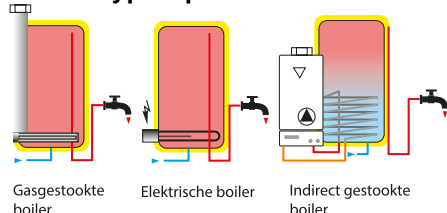
- Direct verwarmd;
- Indirect verwarmd vat: verwarmd via verwarmingstoestel of -systeem;
- Systeem met zonnewarmte).

De volgende direct verwarmde voorraadvaten kom je in de praktijk tegen:

- Gasgestookte boiler;
- Elektrische boiler;
- Close-in of keukenboilers;
- Heet- of kokendwatertoestellen.

Een opwekker zorgt voor het warm tapwater in deze voorraadvaten. In de volgende paragraaf vind je de toelichting.

13.3.3 Type opwekkers



Afb. 13.3 Enkele typen boilers

Kokendwatertoestellen bevinden zich dicht bij het tappunt, bijvoorbeeld in het aanrechtkastje onder de wasbak. Ze hebben voorraadvaten tot 10 liter. De kranen die bij het toestel horen, hebben naast standen om koud en warm water te maken, ook een knop voor kokend water. Het water is heet genoeg om thee van te zetten. Bij een close-in boiler is dat niet het geval.

Bij direct verwarmde voorraadvaten zijn de warmtebron en voorraadvat één apparaat. Gasgestookte boilers zijn aangesloten op een gasleiding. Elektrische toestellen hebben geen gasaansluiting aangesloten en hebben twee wateraansluitingen, namelijk één van de toevoerleiding voor koud water en één warmwaterleiding naar de kraan.

Compleet toestel

Bij complete toestellen zitten de warmtebron en, indien van toepassing, het voorraadvat in een behuizing. Dit omvat zowel monovalente toestellen als bivalente toestellen met geïntegreerde bij- en/of naverwarmer.

Onder complete toestellen verstaan we de volgende opwekkers:

- Elektrische boilers;
- Kokendwatertoestellen;
- Individuele met gasgestookte combitoestellen;
- Elektrische combiwarmtepompen met eventueel een geïntegreerd elektrisch bijstookelement;
- Elektrische tapwaterwarmtepompen met eventueel een geïntegreerd elektrisch bijstookelement;
- Boosterwarmtepompen;
- Individuele met gasgestookte warmwatertoestellen;
- Individuele met gasgestookte (combi)toestellen met micro-WKK ten behoeve van de tapfunctie.

Indirect verwarmde voorraadvaten

Een indirect verwarmd voorraadvat, is een voorraadvat, dat via een warmtewisselaar zijn warmte ontvangt van een opwekker. Dit kan een opwektoestel of -installatie voor ruimteverwarming of warmtelevering zijn door derden, zoals opgenomen in het hoofdstuk ruimteverwarming.

Bij indirect verwarmde voorraadvaten loopt een aanvoer- en retourleiding vanaf het verwarmingstoestel. Daarnaast zijn er ook een aanvoer- en retourleiding van de circulatieleiding, dus ten minste vier wateraansluitingen. Als er in de technische ruimte een verdeelstation voor verwarming is, staat op de leidingen aangeven of de verwarmingsinstallatie op een indirect verwarmd vat is aangesloten.

13.3.4 Opwektoestellen

Een tapwatersysteem kan over één of meer opwektoestellen beschikken. Hierna beschrijven de verschillende typen opwekkers.

Gasgestookte boilers (direct op gas verwarmd voorraadvat)

Gasgestookte boilers zijn te onderscheiden van andere type boilers doordat ze een gasaansluiting en rookgasafvoer hebben. Vermogens staan vermeld op het typeplaatje van de boiler of in de documentatie van de fabrikant.



Afb. 13.4 Gasgestookte boiler

Gasgestookte toestellen

Een combitoestel is een CV-toestel met in- of aangebouwde voorziening voor warmtapwaterbereiding.

Is er een micro-WKK voor de opwekking van ruimteverwarming aanwezig, dan kan het zijn dat dit toestel ook warm water kan opwekken. Dit gebeurt dan niet altijd door de ingebouwde micro-WKK. In dit type opwekkers voor ruimteverwarming zit vaak een gasketel ingebouwd als back-up voor verwarming. Deze gasketel doet in dat geval ook 100% van de warmtapwaterbereiding. Op basis van gegevens van de producent van de micro-WKK kan worden vastgesteld hoe warmtapwater wordt geproduceerd.



Afb. 13.5 Combitoestel

Toestellen met vaste biobrandstof

Deze toestellen bestaan uit een met vaste biobrandstof gestookt opwektoestel en een voorraadvat. Het energieverbruik wordt bepaald op basis van de isolatie van het voorraadvat en de leidingen naar het vat.

Boosterwarmtepompen

Boosterwarmtepompen (BWP) zijn individuele warmtapwaterwarmtepompen met een hoge temperatuur warmtebron, die een watertemperatuur van meer dan 12 °C kennen. Vaak wordt warmte onttrokken uit water, welke al enigszins is opgewarmd door een laagtemperatuur warmtepomp.



Afb. 13.6 Boosterwarmtepomp (Bron: NIBE)

In gebouwen met een collectief koel- of verwarmingssysteem kan voor de bereiding van warmtapwater een boosterwarmtepomp worden toegepast, waarbij:

- Alleen warmte van het collectieve verwarmingssysteem als warmtebron voor de BWP fungeert;
- Warmte van het collectieve verwarmingssysteem, in combinatie met warmte onttrokken aan het gebouw, als warmtebron voor de BWP fungeert.

Wanneer de warmte wordt onttrokken aan het gebouw, dan komt deze van het afgiftesysteem voor ruimtekoeling. Het rendement wordt mede bepaald door de CW-waarde van de opwekker.

Elektrische warmtepompen

Een warmtepompboiler bestaat uit een elektrische warmtepomp en een voorraadvat geïntegreerd in één toestel. De warmtepomp verzorgt alleen de bereiding van warmtapwater. Door het beperkte vermogen is er altijd sprake van een voorraad. Het verschil met een elektrische boiler is de aanwezigheid van een geïntegreerde warmtepomp, waarbij de verdamper is geïntegreerd of los van de boiler staat opgesteld.



Afb. 13.7 Warmtepompboiler

Overige elektrische toestellen

Eigenschappen van deze elektrische toestellen:

- Op elektrische toestellen is geen gasleiding aangesloten en ze hebben twee of meer wateraansluitingen, namelijk een voor de toevoerleiding van koud water plus:
 - Eén aansluiting op de uittapleiding;
 - Twee aansluitingen op het circulatiesysteem.
- Elektrische boilers en heet- of kokendwatertoestellen hebben een voorraadvat;
- Doorstroomtoestellen hebben geen voorraadvaten;
- Elektrische boilers zijn er grofweg in twee varianten, namelijk close-in boilers en overige elektrische boilers;
- Close-in boilers en kokendwatertoestellen bevinden zich dicht bij het tappunt, bijvoorbeeld onder in het aanrecht, onder de wasbak. Ze hebben voorraadvaten tot 10 liter. Bekende merken zijn Quooker, Grohe en Franke. De kranen, behorend bij het toestel, hebben naast een stand voor koud en warm water ook een knop voor kokend water. Het water is heet genoeg om thee van te zetten. Bij een close-in boiler is dat niet het geval.

13.3.5 Samengestelde opwekinstallaties

Voorbeelden van samengestelde opwekinstallaties zijn:

- Alle zonne-energiesystemen met bij- en/of naverwarmers;
- Bivalente warmtepompen zonder geïntegreerde naverwarming, zoals onder meer elektrische warmtepompen met een gasgestookt (combi)toestel als bij- en/of naverwarmer;
- Boosterwarmtepompen die gebruik maken van een verwarmingssysteem of een collectief systeem waaraan warmte wordt onttrokken.

Een opwekinstallatie met meerdere dezelfde toestellen, bijvoorbeeld twee HR-ketels, geldt niet als een samengestelde installatie.

Wanneer meerdere opwekkers in serie worden geplaatst zijn er drie verschillende situaties:

1. Elk toestel verzorgt een gedeelte van de benodigde verhoging voor verwarming van warm tapwater. De benodigde warm tapwater temperatuur wordt pas bereikt bij het laatste toestel. Er is sprake van een getrapte temperatuurverhoging;
2. De toestellen kunnen afzonderlijk de benodigde temperatuurverhoging bewerkstelligen. Het tweede toestel wordt gedurende een groot deel van de tijd gevoed met warm water dat reeds voldoende verwarmd is. Er is sprake van een 'hot fill';
3. Er is sprake van een individuele boosterwarmtepomp die warm tapwater produceert uit koud drinkwater via de warmte uit het verwarmingssysteem.

13.3.6 Warmtelevering via een afleverset

Een afleverset voor warmtelevering draagt warmte van een warmtedistributienet over aan onverwarmd tapwater. Als er sprake is van een collectief verwarmingssysteem staan er in het gezamenlijke deel van het gebouw – bijvoorbeeld in de centrale, technische ruimte – opwekkers voor ruimteverwarming (zie hoofdstuk 9) opgesteld. Bij externe warmtelevering (levering door derden) is er een warmtewisselaar en een warmtemeter aanwezig in het gezamenlijke deel van het gebouw.



Afb. 13.8 Afleverset



Afb. 13.9 Binnenwerk van een afleverset

13.4 DISTRIBUTIE

13.4.1 Type distributiesysteem

Er is in het kader van de energieprestatie alleen sprake van distributie als:

- Er een circulatiesysteem aanwezig is;
- Dit circulatiesysteem exclusief behoort bij het gebouw(deel) waarvoor de energieprestatie wordt bepaald.

Je kunt onderscheid maken in de volgende distributiesystemen:

- Distributiesysteem van een collectief tapwatersysteem;
- Distributiesysteem van een CV-systeem in combinatie met afleverset of een boosterwarmtepomp.

Een CV-systeem in combinatie met een afleverset is een systeem, waarbij CV-water wordt rondgepompt en er via een afleverset warmte van het CV-systeem wordt overgedragen aan het tapwater. Het CV-systeem pompt het gehele jaar warmte rond om warm tapwater te kunnen produceren.

Een circulatiesysteem is te herkennen aan een aanvoer- én een retourleiding bij de warmteopwekker, met dicht bij de warmteopwekker een circulatiepomp voor warmtapwater. Bovendien zijn deze leidingen continu warm, doordat het warmtapwater wordt gecirculeerd.

Een voorbeeld van een collectief distributiesysteem is het distributiesysteem dat vanuit de technische ruimte in een woongebouw naar een woning loopt. Dit collectieve systeem wordt als distributiesysteem beschouwd bij het bepalen van de energieprestatie van het hele woongebouw en van de enkele woning.

Distributie kan ook via het CV-distributiesysteem plaatsvinden. De warmte van het CV-water wordt dan via een afleverset overgedragen op het tapwater. Een afleverset kan voorkomen bij collectieve verwarmingssystemen als blokverwarming en bij externe warmtelevering.

Bij externe warmtelevering met individuele afleversets worden de distributieverliezen tot de afleverset(s) niet meegenomen in de energieprestatieberekening. Bij collectieve systemen (in zowel het geval van een warmtapwater circulatiesysteem als bij afname via het CV-distributiesysteem) neem je de distributieleidingen vanaf de opwekker tot de afleverset of tot de uittapleidingen van het beschouwde gebouwdeel mee. Als er één centrale afleverset is voor een gebouw of een deel van een gebouw, dan reken je het distributiesysteem tussen de afleverset en de uittapleidingen wél mee.

Toelichting: Bij afname via het CV-distributiesysteem worden in de energieprestatieberekening van het distributierendement voor warmtapwater uitsluitend de verliezen buiten het verwarmingsseizoen in rekening gebracht.

Een voorbeeld van een collectief distributiesysteem is de circulatieleiding die vanuit de technische ruimte in een bedrijfsverzamelgebouw naar een zelfstandige kantoorunit loopt. Dit collectieve systeem wordt wél als distributiesysteem beschouwd bij het bepalen van de energieprestatie van het gehele gebouw en ook als dat voor enkele zelfstandige kantoorunits gebeurt. Als de energieprestatie van zelfstandige units wordt berekend, wordt de totale gebruiksoppervlakte opgegeven van het bouwdeel dat aangesloten is op de collectieve leidingen. Als er geen circulatiesysteem is, is er geen sprake van distributie. Als er geen circulatiesysteem is, zijn de aanwezige leidingen uittapleidingen.

13.4.2 Warmteverliezen van distributieleidingen

Informatie over dit onderwerp kun je terugvinden in de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2].

13.4.3 Leidinglengtes

Informatie over dit onderwerp kun je terugvinden in de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2].

13.4.4 Leidingisolatie

Leidingisolatie voor warm tapwatersystemen kun je herkennen als de leidingisolatie bij verwarmingssystemen zoals omschreven in hoofdstuk 9. In het kort: je herkent isolatie rondom verwarmingsleidingen meestal aan een buisvormig, schuimachtig materiaal of minerale wol dat de (metalen) verwarmingsleiding bekleedt. Bij leidingen die zijn ingestort in de vloer of de wand (ingebed) kan vaak worden uitgegaan van niet-geïsoleerde leidingen.

13.4.5 Isolatie van kleppen, beugels en appendages

Er is sprake van geïsoleerde appendages en beugels als alle appendages en beugels in de rekenzone aantoonbaar (visueel) zijn geïsoleerd. Indien onbekend, omdat niet alle appendages en beugels zijn te inspecteren, wordt niet-geïsoleerd aangehouden.

13.4.6 Circulatiepompen

Distributiesystemen voor warmtapwater zijn voorzien van circulatiepompen. Alle circulatiepompen in het distributiesysteem neem je mee.



Afb. 13.10 Isolatie van leidingen en circulatiepomp

13.5 AFGIFTESYSTEEM

Afgiftesystemen herken je als appendages zoals douches en kranen voor consumptief gebruik.

De leidinglengte is de afstand tussen het aansluitpunt bij de opstelplaats van warmwatertoestel, voorraadvat, warmtewisselaar of circulatieleiding enerzijds en het warm watertappunt, in meters.

Voorbeeld

In een sporthal wordt het douchewater gemaakt door een gasgestookte boiler. Circulatieleidingen distribueren het douchewater naar de vier doucheruimten met ieder drie douches. Verder is er voor de schoonmaak nog een elektrische boiler met één kraan. Het gebouw bestaat uit één rekenzone.

De berekening wordt gebaseerd op het tapwatersysteem voor de douches, want deze heeft twaalf tappunten. Het systeem voor de schoonmaak slechts één. Alle doucheruimten zijn identiek, waarbij één douche een uittapleiding heeft van 2 m, de tweede 4 m en de derde 6 m, gemeten vanaf het circulatiesysteem. De gemiddelde lengte is dan 4 m $((4 \times 2) + (4 \times 4) + (4 \times 6))/12 = 48/12$.

13.6 WARMTETERUGWINNING UIT DOUCHEWATER

Bij het gebruik van warmtapwater voor het douchen is er altijd gelijktijdigheid tussen de aanvoer van onverwarmd water en de afvoer van warm rioolwater (gebruikt douchewater). Een douchewater-WTW (DWTW) verwarmt het onverwarmde tapwater voor, door warmte te onttrekken aan het warme rioolwater. Het voorverwarmde tapwater wordt vervolgens aan het tapwatertoestel of de douchekraan gevoed. De gelijktijdigheid is noodzakelijk voor een eenvoudige wijze van warmteterugwinning, die ook betrekkelijk eenvoudig te reguleren is.

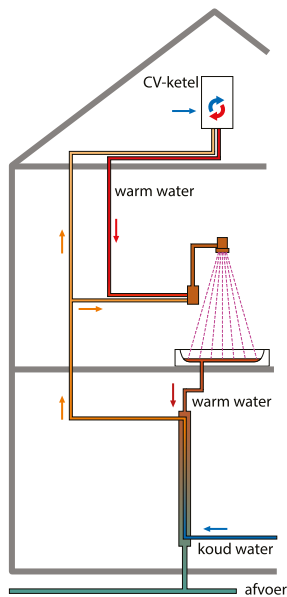
De douchewater-WTW (DWTW) is meestal een kunststoffen of koperen buis. Deze kan zich zichtbaar in een technische ruimte of meterkast bevinden, maar is in de meeste gevallen weggewerkt, bijvoorbeeld in een koof of vloer, en in dat geval niet waarneembaar.

Als geen DWTW zichtbaar is, is de aanwezigheid op de volgende manier vast te stellen:

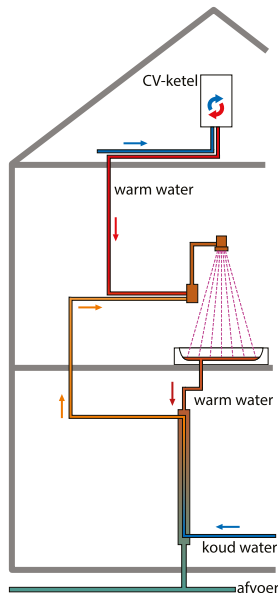
- Via bewijsmateriaal in de vorm van een rekening, waarmee aantoonbaar is dat er een DWTW aanwezig is;
- Als aangegeven is dat er een DWTW aanwezig is maar het hiervoor genoemde bewijs ontbreekt, mag met de volgende proef (het is niet verplicht deze uit te voeren) worden vastgesteld of sprake is van een DWTW:
 - Vul een emmer met circa 10 liter heet water (circa 60 °C);

- Laat de douchekraan lopen in de koudwaterstand. Zorg ervoor dat dit koude water, als dat mogelijk is, niet wordt afgevoerd via de doucheput, maar via een andere afvoer, bijvoorbeeld van wastafel of bad;
- Giet de emmer met heet water leeg in de doucheafvoer. Als er via deze afvoer ook koud water wordt afgevoerd, is er nu volop warm water beschikbaar;
- Stel vast of het koude water uit de douchekraan voorverwarmd is door het hete, afgevoerde water. Als er geen voorverwarming waarneembaar is, dan is er geen DWTW aanwezig.

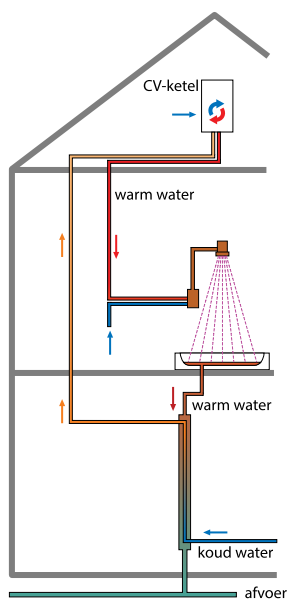
In combinatie met een circulatiesysteem voor warmtapwater wordt meestal het systeem van afb. 13.16 toegepast. In sportcomplexen kunnen afwijkende systemen voorkomen, met parallel geschakelde warmtewisselaars.



Afb. 13.11 DWTW-unit aangesloten op zowel de koudepoort van de douchemengkraan als de inlaat van het toestel



Afb. 13.12 DWTW-unit aangesloten op alleen de koudepoort van de douchemengkraan



Afb. 13.13 DWTW-unit aangesloten op alleen de inlaat van het toestel

14 VERLICHTINGSINSTALLATIES (UTILITEITSBOUW)

14.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk lees je terug hoe je een verlichtingsinstallatie herkent in het kader van een energieprestatieberekening. Verlichtingsinstallaties zijn installaties die gebruikers van een gebouw in staat stellen om visuele taken uit te voeren. Dat wil zeggen dat mensen er kunnen werken, leren, sporten, winkelen, zich verplaatsen enzovoorts. Verlichtingsinstallaties kunnen daarnaast ook een decoratieve functie hebben. Verlichtingsinstallaties bestaan voornamelijk uit verlichtingsarmaturen en verlichtingsregelingen. Onder verlichtingsregelingen verstaan we schakelaars, bedieningspanelen en sensoren.

Het energieverbruik voor verlichting bestaat uit:

- Het elektriciteitsverbruik voor verlichting bij het voorzien in de noodzakelijke verlichtingsniveaus; dit is het verbruik van de armaturen en noemen we algemene verlichting. Deze is weer onder te verdelen in gebouwgebonden en niet-gebouwgebonden algemene verlichting;
- Het elektriciteitsverbruik voor parasitair vermogen door noodverlichting en parasitaire regelingen; dit is het vermogen dat sensoren opnemen. Verder is parasitair vermogen de elektrische energiebehoefte voor het opladen van de accu's van noodverlichtingsarmaturen en voor het totale stand-by-vermogen voor de automatische besturing van de armaturen, zoals sensoren.

Vrijwel alle onderdelen van de verlichtingsinstallatie zijn decentraal opgesteld. Per ruimte gaat het om de volgende decentrale onderdelen:

- Vertrekschakelaars;
- Sensoren voor aanwezigheids-, afwezigheids- of bewegingsdetectie;
- Sensoren voor daglichtdetectie;
- Armaturen.

De centrale onderdelen zijn:

- Centraal schakelpaneel voor het aan- en uitschakelen van de verlichting;
- Een gebouwbeheersysteem of een automatische klokschakeling voor het aan- en uitschakelen van de verlichting.

14.1.1 Leeswijzer

In dit hoofdstuk bespreken we eerst de gebouwgebonden verlichting. Daarna gaan we dieper in op de verlichtingszones en de hierbij horende regeling. Als laatste gaan we in op het geïnstalleerd vermogen per verlichtingszone. Zie tabel 14.1.

Tabel 14.1 Indeling hoofdstuk 14 Verlichting

Onderdeel	Aspect	Paragraaf
Gebouwgebonden verlichting	Beschrijving van gebouwgebonden verlichting en niet gebouwgebonden verlichting	14.2
Verlichtingszones	Beschrijving mogelijke opwekkers van warmtapwater	14.3
Geïnstalleerd vermogen in de verlichtingszone	Beschrijving distributiesystemen warmtapwater	14.4

14.1.2 Werkwijze

In de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2] komt steeds het onderdeel 'bepalen' terug. Bij Daarin geven we aan wat je voor de energieprestatieberekening moet opnemen. Dit praktijkboek gaat dieper in op 'herkennen', waarin we onder meer omschrijven hoe een machine, apparaat of installatie eruitziet, wat het doet en welke onderdelen of varianten er zijn.

14.1.3 Informatiebronnen

Bij de opname van de verlichtingssystemen maak je gebruik van verschillende informatiebronnen. Hieronder volgt een toelichting van deze informatiebronnen:

1. Documentatie van het gebouw, zoals verlichtingstekeningen en armaturenlijsten:
 - Verlichtingstekeningen zijn plattegronden van het gebouw waarop de armaturen, sensoren en schakelaars zijn ingetekend. De armatuurtypes zijn in de meeste verlichtingstekeningen gecodeerd met een letter;
 - In de armatuurlijsten of renvooi staat aangegeven welke letter staat voor welk armatuurtype. Hier staan vaak ook de armatuurvermogens weergegeven.Deze documentatie is vaak terug te vinden bij de beheerder of eigenaar van het gebouw. Installatietekeningen kun je herkennen aan de onderhoek of stempel rechtsonder op de tekening. Hierop staat informatie over het gebouw, welke informatie op de tekening staat en de teken- of revisiedatum;
2. Documentatie van lampen en armaturen, zoals datasheets.
Informatie hierover vind je meestal terug op typeplaatjes op de installatiecomponenten, facturen, installatiehandleidingen of op de website van de fabrikant of leverancier;
3. Eigen waarnemingen en tellingen in het gebouw. Het meest betrouwbare is dat je in het gebouw de installatiecomponenten visueel controleert. Je bent immers verantwoordelijk voor de gegevens die je gebruikt om te komen tot een energieprestatieberekening.
4. Toestellen of apparaten kunnen beschikken over kwaliteitsverklaringen waar je informatie uit kan halen. Voor een toelichting van kwaliteitsverklaringen zie paragraaf 5.2.2.

14.1.4 Dossiervorming

In de opnameprotocollen geven we aan waar het dossier aan moet voldoen. Hierna volgt een aantal tips bij het verzamelen van informatie voor het vormen van een goed dossier.

- Maak de informatie uit par. 14.1.3 aannemelijk;
- Aantekeningen, dit kunnen bijvoorbeeld plattegronden zijn waarop het aantal armaturen en schakelingen per ruimte zijn weergegeven;
- Foto's. Het kan hier zowel om detailfoto's als overzichtsfoto's gaan. Op een detailfoto zijn de relevante eigenschappen van de betreffende (verlichtings-)installatie, lamp of armatuur zichtbaar.
Bijvoorbeeld:
 - Een sticker met het armatuurvermogen;
 - Het lampvermogen en -type;
 - De lamplengte in relatie tot het raster van het systeemplafond;
 - Eventueel aanwezige starters;
 - Schakelaars;
 - Sensoren.
- Je maakt een overzichtsfoto van een grotere afstand waarop te zien is waar (het onderdeel van) de installatie zich bevindt in het gebouw of de ruimte. Het is niet noodzakelijk om alle armaturen te fotograferen. Foto's van alleen de meest voorkomende armaturen zijn voldoende. Bijvoorbeeld: Eerst is er een foto van een sensor. Daarna een afbeelding met de positie van de sensor ten opzichte van de ruimte of het gebouw.

14.2 GEBOUWGEBONDEN VERLICHTING

Gebouwgebonden verlichting bestaat uit verlichtingsarmaturen waarvan de stroomvoorziening vast aan het gebouw is bevestigd.

Voorbeelden van gebouwgebonden verlichting zijn:

- Verlichting in systeem- of stucwerkplafond en gemonteerd aan plafond (er is geen stekker of de stekker bevindt zich op een niet-toegankelijke plaats);
- Wand en accentverlichting aangesloten op een inbouwdoos;
- Lichtbronnen op railsystemen worden ook beschouwd als vaste verlichting.

Niet-gebouwgebonden verlichting wordt niet opgenomen. Deze verlichting kun je herkennen door de aanwezigheid van een stekker, die op een toegankelijke plaats is aangesloten en daarmee eenvoudig is aan te brengen of te verwijderen.

Voorbeelden van niet-gebouwgebonden verlichting zijn:

- Losse verlichting, zoals bijvoorbeeld lichtbronnen die met een stekker op het lichtnet zijn aangesloten. Het gaat om verlichting waarbij de stekker op een toegankelijk plaats zit en niet om stekkers van boven een systeemplafond. Zoals:
 - Bureauampen, staande lampen, lampen op of aan nachtkastjes (hotels);
 - Lampen die aan het kader van schilderijen zijn vastgehecht, wand- en accentverlichting aangesloten via een stekker;
 - Lampen die niet op het lichtnet zijn aangesloten, zoals lampen aangesloten op batterijen, accu's of zonnecel.
- Procesgebonden verlichting. Voorbeelden daarvan zijn bijvoorbeeld toneelspots in theaters, verlichting boven operatietafels, ingewerkte verlichting in dampkappen in keukens, verlichting in winkelmeubilair, verlichting van koelingen en vitrines of etalages;
- Sfeerverlichting, zoals verlichting van kunstwerken;
- Lichtbronnen die richtingaanwijzers van nooduitgangen oplichten (en vaak permanent ingeschakeld blijven);
- Noodtransparanten. Noodtransparanten zijn verlichte, groene bordjes met logo's, die de vluchtroute bewijzen;
- Verlichting in liftkooien en liftschachten;
- Verlichting buiten de thermische zone, zoals terreinverlichting, reclameverlichting aan gevels, verlichting in delen van het gebouw met een industriefunctie.

14.3 VERLICHTINGSZONES

Een verlichtingszone is een zone met uniforme kenmerken voor de regeling van de verlichting. Deze gelijke kenmerken voor de verlichtingszones zijn:

- De aanwezigheid en type van aanwezigheidsdetectie;
- De aanwezigheid en type van de daglichtregeling.

14.3.1 Regelingen en sensoren

Verlichtingsinstallaties bestaan voornamelijk uit verlichtingsarmaturen en verlichtingsregelingen. Onder verlichtingsregelingen worden schakelaars, bedieningspanelen en sensoren verstaan. Ze zijn er met name op gericht om de installatie energiezuiniger, comfortabeler of veiliger te maken.

Je komt twee soorten regelingen tegen:

1. Verlichtingsregelingen afhankelijk van aanwezigheid;
Deze regelen de verlichting op basis van de aan- of afwezigheid van personen. Een dergelijke regeling heeft de volgende eigenschappen:
 - a. Bediening: handmatig of automatisch;
 - b. Locatie van bediening, dan wel registratie via een sensor: in het vertrek zelf of op een centraal punt;
 - c. Soort regeling: Aan/uit of dimmen. Van 'dimmen' is sprake als de verlichting naar een lager niveau wordt geschakeld, maar niet geheel uit.
2. Verlichtingsregelingen afhankelijk van daglicht;
Deze regelen de verlichting op basis van natuurlijk daglicht dat het gebouw binnenkomt. Een dergelijke regeling heeft de volgende eigenschappen:
 - a. Bediening: handmatig of automatisch;
 - b. Soort regeling: Aan/uit of dimmen. Van 'dimmen' is sprake als de verlichting naar een lager niveau wordt geschakeld, maar niet volledig uit.

14.3.2 Afhangelijkheid van aanwezigheid

Bij regelingen op basis van aanwezigheid kom je de volgende situaties tegen:

- De regeling is niet afhankelijk van de aanwezigheid van personen in een ruimte. Daarvan is sprake in de volgende gevallen:
 - Er is geen regeling;
 - Er is een centrale aan/uit-schakeling.
- Systemen zonder automatische aanwezigheid- of aanwezigheidsdetectie:
 - Handmatige aan/uit-schakelaar (vertrekschakeling);
 - Handmatige aan/uit-schakelaar met veegschakeling (vertrekschakeling met veegschakeling).

- Systemen met automatische aanwezigheid- en/of afwezigheidsdetectie:
 - Automatisch aan, automatisch gedimd;
 - Automatisch aan/automatisch uit;
 - Handmatig aan/automatisch gedimd;
 - Handmatig aan/automatisch uit.

Hieronder geven we een korte beschrijving van de regelingen als richtlijn voor herkenning.

Centraal aan

Bij de regeling centraal aan wordt de verlichting van twee of meer ruimten via één centrale regeling ingeschakeld. De regeling hoeft zich niet in één van de betreffende ruimten te bevinden, dat kan ook elders in het gebouw zijn. De regeling kan een bedieningspaneel zijn waarmee de verlichting handmatig is aan te zetten of een gebouwbeheersysteem dan wel timer die de verlichting automatisch inschakelt. Bij deze regeling is het type uitschakeling van de verlichting niet van belang.



Afb. 14.1 Verlichtingsmanagementsysteem t.b.v. centrale aansturing (bron: Trilux)

Vertrekschakeling (handmatig aan, handmatig uit)

Vertrekschakeling houdt in dat de verlichting per ruimte aan- en uitgeschakeld wordt door het handmatig omzetten van een schakelaar die zich in de betreffende ruimte bevindt of daar net buiten, bijvoorbeeld bij de deur.



Afb. 14.2 Handmatige aan/uitschakelaar (vertrekschakeling)

Vertrekschakeling met veegschakeling

Dit is een vertrekschakeling waarbij de verlichting in meerdere ruimten centraal, via een veegpuls, kan worden uitgeschakeld. Een veegpuls is een signaal dat in meerdere ruimten gelijktijdig het licht uit doet. De verlichting kan centraal, voor het gehele gebouw worden uitgeschakeld (geveegd). Dit kan handmatig of automatisch. Deze functie kan opgenomen zijn in het Gebouw Beheer Systeem (GBS) of het alarmsysteem. Het werkt met een timer of is op een centraal punt handmatig te bedienen. De verlichting in een ruimte is vervolgens met de vertrekschakeling weer in te schakelen.

Afwezigheid- of aanwezigheidsdetectie - Algemeen

Aanwezigheid wordt via afwezigheids-, aanwezigheids- of bewegingssensoren geregistreerd. Sensoren bevinden zich meestal in het plafond. In enkele gevallen zijn de sensoren in armaturen geïntegreerd, zichtbaar of onzichtbaar. In kleinere ruimten kunnen ze op de plaats van de vertrekschakeling zitten.

Opmerking:

Onder aanwezigheidsdetectie mag ook bewegingsdetectie worden gelezen.

Aanwezigheidsdetectie: automatisch aan, gedimd

Bij aanwezigheid van personen gaat de verlichting automatisch aan. Als er gedurende een vooraf ingestelde tijd geen personen in de ruimte zijn gedetecteerd, dimt de verlichting naar een lager niveau.

Aanwezigheidsdetectie: automatisch aan/auto uit

Bij aanwezigheid van personen gaat de verlichting automatisch aan. Als er gedurende een vooraf ingestelde tijd geen personen in de ruimte zijn gedetecteerd, schakelt de verlichting uit.

Afwezigheidsdetectie: handmatig aan/gedimd

De verlichting wordt handmatig ingeschakeld. Als er gedurende een vooraf ingestelde tijd geen personen in de ruimte zijn gedetecteerd, dimt de verlichting naar een lager niveau.

Afwezigheidsdetectie: handmatig aan/auto uit

De verlichting wordt handmatig ingeschakeld. Als er gedurende een vooraf ingestelde tijd geen personen in de ruimte zijn gedetecteerd, schakelt de verlichting uit.



Afb. 14.3 Verlichting met aanwezigheidssensor (bron: Trilux)

Voorbeeld 1:

Een showroom in een winkelpand is 200 m² groot en wordt in zijn geheel geschakeld door vier sensoren voor aanwezigheidsdetectie. Bij afwezigheid van personen wordt de verlichting gedimd. De regeling is wel afhankelijk van de aanwezigheid van personen, dus is er sprake van een systeem met automatische detectie (regeling automatisch aan, gedimd).

Voorbeeld 2:

In een ziekenhuis bevindt zich een wachtruimte van 150 m² die in vijf gelijke delen door aanwezigheidsdetectie wordt aan- en uitgeschakeld. De regeling is afhankelijk van de aanwezigheid van personen en er zijn geen schakelaars in de ruimte. Een wachtruimte in een ziekenhuis is een gezondheidszorgfunctie. Hier is sprake van automatische aan/uitschakeling.

Voorbeeld 3:

In een bedrijfspand bevindt zich een gang van 80 m². Deze grenst voor de helft aan een kantoortuin en voor de andere helft aan vergaderruimten. De vertrekschakelaars schakelen gelijktijdig alle verlichting in de gang uit. De regeling is afhankelijk van de aanwezigheid van

personen (> 30 m² per geschakeld deel, maar de functie van de ruimte is slechts voor 50% kantoorfunctie, dus 40 m² kantoorfunctie). Aangegeven wordt dat er een kantoordeel groter dan 30 m² aanwezig is.

14.3.3 Daglichtafhankelijkheid

Er is sprake van daglichtafhankelijkheid als de verlichtingssterkte van het kunstlicht geregeld wordt op basis van het binnentredende natuurlijke daglicht. Als een grote hoeveelheid natuurlijk daglicht de ingestelde grenswaarde van de verlichtingssterkte overschrijdt, wordt het kunstlicht in daglichtzones centraal of per gevel, geheel of gedeeltelijk uitgeschakeld of in stappen of traploos gedimd.

Daglichtschakeling

Dit is een systeem met lichtsensoren dat de armaturen volautomatisch uitschakelt zodra de hoeveelheid daglicht boven een bepaalde grens komt. Als vervolgens de hoeveelheid daglicht onder een tweede grens komt, schakelt de verlichting weer aan. De tweede grens ligt bij een lager lichtniveau dan de eerste, om knipperen te voorkomen. Bijbehorende sensoren kunnen:

- Aan of in het plafond zijn gemonteerd. De sensor regelt meerdere armaturen. Dit kan ook een sensor zijn voor aanwezigheid met geïntegreerde daglichtfunctie. Een sensor kan dus twee functies hebben;
- Op een wand, bijvoorbeeld in een trappenhuis, of aan een buitengevel zijn gemonteerd.

Daglichtdimming

Dit is een systeem met lichtsensoren dat de lichtstroom van de armaturen volautomatisch en op steeds andere wijze vermindert naarmate er meer daglicht beschikbaar is. Bijbehorende sensoren kunnen:

- Op een lamp zijn gemonteerd, met name bij TL-verlichting. De sensor regelt dan één armatuur;
- In het armatuur zijn geïntegreerd. De sensor regelt dan meestal één armatuur;
- Aan of in het plafond zijn gemonteerd. De sensor regelt dan meerdere armaturen.

Daglichttoetreding

Voor een daglichtafhankelijke regeling is het noodzakelijk dat daglicht kan doordringen tot werkplekken om daar door sensoren te worden gedetecteerd. Dat kan op de volgende manieren:

- Via horizontale projectie, zoals lichtkoepels, lichtstraten en sheddaken. Verticale beglazing boven het plafond, zoals sheddaken, geldt als een vorm van horizontale projectie;
- Via de glazen delen van ramen of deuren (verticale beglazing in wanden, vliesgevels, enzovoorts), als die zich hoger dan 0,75 m van het vloeroppervlak bevinden.

14.3.4 Vaststellen verlichtingszones

Informatie over dit onderwerp kun je terugvinden in de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2].

14.4 GEÏNSTALLEERD VERMOGEN IN DE VERLICHTINGSZONE

Het gaat er bij de bepaling van de gebouwgebonden algemene verlichting niet om hoe vaak de verlichting brandt, maar of deze aanwezig is. In sommige ruimten kan veel gebouwgebonden algemene verlichting aanwezig zijn terwijl er doorgaans maar enkele lampen gelijktijdig branden.

14.4.1 Geïnstalleerd vermogen van de algemene verlichting

De armaturen zijn opgebouwd uit:

- Een lichtbron, ook lamp genoemd;
- Elektrische of elektronische componenten, zoals voorschakelapparaten (VSA) of transformatoren. Deze kunnen diverse functies hebben;
- Optische onderdelen zoals reflectoren, rasters en lenzen.

De twee eerstgenoemde onderdelen dragen bij aan het nominale armatuurvermogen.

Opmerking:

In de volksmond wordt het woord lamp voor zowel armatuur (staande lamp, hanglamp, bureaulamp) als voor een lichtbron (gloeilamp, led-lamp, spaarlamp) gebruikt. In de context van de energieprestatieberekening bedoelen we met lamp de lichtbron.

Verlichtingsvermogen

Er zijn meerdere methoden mogelijk om het verlichtingsvermogen te bepalen:

- Op basis van het armatuurvermogen, wanneer dat bekend is. Zoals in de volgende gevallen:
 - Er zijn verlichtingstekeningen waarop de armaturen en hun vermogen zijn aangegeven;
 - Het vermogen is vermeld op het aanwezige armatuur;
 - Merk en type van het armatuur zijn bekend en er is van de leverancier of producent informatie over het vermogen beschikbaar.Het verlichtingsvermogen in de verlichtingszone is de som van alle armatuurvermogens in die verlichtingszone;
- Op basis van het lampvermogen, wanneer het armatuurvermogen niet bekend is. Het armatuurvermogen bestaat dan uit:
 - Het totale lampvermogen van het armatuur, ofwel het lampvermogen van de individuele lampen maal het aantal lampen per armatuur;
 - Een opslag voor het vermogen van de elektronica in het armatuur (driver, voorschakelapparaat, ballast).
- Op basis van het specifiek geïnstalleerd vermogen, wanneer bovengenoemde methoden niet te gebruiken zijn.

Voorbeeld 1:

In een ruimte hangen:

- 40 led-armaturen van 40 W die gebruikt worden voor afzuiging (1600 W);
- Verder hangen er 20 halogeenlampen van 50 W zonder afzuiging (1000 W).

Van de in totaal 2600 W wordt 1600 W (62%) afgezogen en dus blijft het aandeel afgezogen armaturen onder de 70%-grens.

Voorbeeld 2:

In een ruimte hangen:

- 40 led-armaturen van 40 W die gebruikt worden voor afzuiging (1600 W);
- Verder hangen er 20 downlighters met CFL-lampen van 18 W zonder afzuiging ($20 \times 18 \text{ W} = 360 \text{ W}$, + 15% = 414 W).

Van de in totaal 2014 W wordt 1600 W (79%) afgezogen. Daarmee ligt het aandeel afgezogen armaturen boven de 70%-grens.

Om praktische redenen kan het voordelen hebben om de armatuurtypen verder onder te verdelen op lamptype (TL, halogeen, led, enz.), lampvermogen, aantal lampen per armatuur en voorschakelapparaat (conventioneel, hoogfrequent).

Armatuurtype

Voor de bepaling van het armatuurtype op basis van het lamptype worden de onderstaande lichtbronnen en subtypes onderscheiden. In de kolom toelichting van tabel 14.2 staat het belangrijkste onderscheidende kenmerk per type lichtbron. TL-lampen met subtypes TL/TL12, TLD/T8 en TL5/T5. Buisvormige lampen met onderscheid op diameter;

- Led-lampen:
 - Met schroeffitting (E14, E27), bajonetfitting (GU10) of steekfitting (GU5.3 of GU4);
 - In TL-, CFL- of overig armatuur.
- Compact fluorescent (CFL):
 - Met steekfitting (CFL-ni);
 - Met E14- of E27-schroeffitting of GU10-bajonetfitting (CFL-i, spaarlamp).
- Gloeilampen en halogeenlampen;
- Overige lichtbronnen.

Tabel 14.2 Bepaling armatuurtype op basis van lamptype

Naamgeving lamp	Toelichting	Soort VSA			
		Conventioneel ⁵ (EM)		Hoogfrequent ⁶ (EVSA)	
		Kenmerk	Opslag	Kenmerk	Opslag
TL of T12	Ø 38mm	Starter	+20%		N.v.t.
TLD of T8	Ø 26mm	Starter	+20%		0%
T5 of TL5	Ø 16mm		N.v.t.		+10%
Led-lamp in armatuur	In TL-, CFL- of hogedrukarmatuur	+8%			
Compact fluorescent (CFL)	Spaarlamp met steekfitting	+15%			
Compact fluorescent (CFL, 'spaarlamp')	E14- of E27-schroeffitting, GU10-bajonetfitting, GU4 of GU5.3 steekfitting	0%			
Gloeï- of halogeenlampen					
Led-lampen					
Onbekend armaturen, voorschakelapparatuur of lichtbronnen en overige lichtbronnen		+20%			



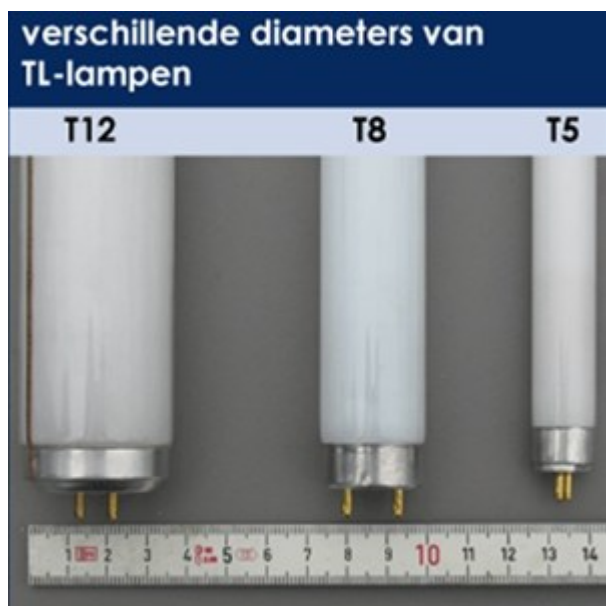
Afb. 14.4 Diameter TL lampen (Bron: Meutzner Meet Diensten)

Conventionele verlichting is overigens te herkennen doordat mogelijk:

- De lampen niet gelijktijdig aan gaan;
- De verlichting knippert bij inschakelen;
- De verlichting maakt een pingelend geluid;
- De verlichting knippert bij opname met een camera.

⁵ De termen conventioneel, elektromagnetisch en EM worden in de praktijk door elkaar gebruikt.

⁶ De termen elektronisch, EVSA, hoogfrequent en HF worden in de praktijk door elkaar gebruikt.



Afb. 14.5 Diameters TL lampen (Bron: Meutzner Meet Diensten)

14.4.2 Verbruik van noodverlichting, sensoren en regelapparatuur

In utiliteitsgebouwen is een deel van de algemene verlichtingsarmaturen voorzien van een accu. De accu zorgt ervoor dat er bij het wegvallen van de netspanning nog een minimaal verlichtingsniveau kan worden geboden om veilig het gebouw te kunnen verlaten. Het verbruik van deze voorziening noemen we parasitair en deze wordt forfaitair bepaald op basis van de gebruiksoppervlakte. Als er informatie is, bijvoorbeeld in de vorm van installatietekeningen en productinformatiebladen waarop de locatie, type en aantallen noodverlichtingsarmaturen zijn aangegeven, mag ook het werkelijke verbruik worden gebruikt.

Opmerking:

Het parasitair vermogen van noodverlichting ten behoeve van bewegwijzering van vluchtwegen wordt niet meegenomen.

Voor verlichtingszones waar aanwezigheidsdetectie, daglichtregeling of andere sensoren en regelsystemen aanwezig zijn (controls) wordt een forfaitair verbruik aangehouden. Deze voorzieningen kunnen in de armaturen zijn geïntegreerd, of als losse sensor of regelunit aanwezig zijn.



Afb. 14.6 CFL-lamp met E27-schroeffitting



Afb. 14.7 CFL-lamp met E27-steekfitting



Afb. 14.8 Halogeenlamp met GU10-fitting



Afb. 14.9 Sensor voor aanwezigheidsdetectie (model voor systeemplafonds)



Afb. 14.10 Led-armatuur met geïntegreerde sensor



Afb. 14.11 Sensor voor aanwezigheidsdetectie



Afb. 14.12 TL-armatuur met sensor voor daglichtregeling op de TL-buis gemonteerd



Afb. 14.13 Led-armatuur met sleuven voor afzuiging

15 GEBOUWGEBONDEN ENERGIEPRODUCTIE

15.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk beschrijven we hoe je gebouwgebonden energieproductiesystemen kunt herkennen.

Het gaat hierbij om de volgende installaties:

- Opwekking van elektriciteit met PV-panelen;
- Productie van warm water met een zonneboiler;
- Productie van elektriciteit en warm water met een PVT-installatie;
- Productie van elektriciteit met gebouwgebonden windturbines.

Het geproduceerde warm water kan worden ingezet voor tapwater en ruimteverwarming. Er kan ook energie in gebouwen worden opgewekt met warmtekrachtkoppeling (WKK). Warmtekrachtinstallaties produceren elektriciteit en warm water voor tapwater of ruimteverwarming. In hoofdstuk 9 staat meer informatie over WKK-installaties.

15.1.1 Leeswijzer

In dit hoofdstuk bespreken we eerst het type energiesysteem. Daarna gaan we in op de productie van warm water en als laatste gaan we in op collectoren en panelen. Een en ander conform onderstaande tabel.

Tabel 15.1 Indeling hoofdstuk 15 Gebouwgebonden energieproductie

Onderdeel	Aspect	Paragraaf
Type energie systeem	PV-panelen PVT-panelen Zonneboiler Windenergie	15.2
Productie van warm water: opslag en koppeling	Aangesloten tapwaterinstallaties Wijze van integratie in tapwatercircuit Wijze van opslag Opslagvat Soort collector	15.3
Collectoren en panelen	Hellingshoek Oriëntatie Beschaduwing Systeemoppervlak Piekvermogen Bouwintegratie	15.4

15.1.2 Werkwijze

In de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2] komt steeds het onderdeel 'bepalen' terug. Daarin geven we aan wat je voor de energieprestatieberekening moet opnemen. Dit praktijkboek gaat dieper in op 'herkennen', waarin we onder meer omschrijven hoe een machine, apparaat of installatie eruitziet, wat het doet en welke onderdelen of varianten er zijn.

15.1.3 Informatiebronnen

Bij de opname van systemen voor energieopwekking maak je gebruik van verschillende informatiebronnen. Hieronder volgt een toelichting van deze informatiebronnen:

1. Installatietekeningen van de tapwater- of verwarmingsinstallatie waarop de wijze van aansluiting van de PVT- of zonneboilerinstallatie staat aangegeven, net als de gegevens over het voorraadvat. Controleer of de documentatie overeenkomt met de werkelijkheid ten aanzien van types, aantallen en locaties. Deze documentatie is vaak terug te vinden bij de beheerder of eigenaar van het gebouw. Installatietekeningen kun je herkennen aan de onderhoek of stempel rechtsonder op de tekening. Hierop staat informatie over het gebouw, welke informatie op de tekening staat en de teken- of revisiedatum;
2. Documentatie van panelen, collectoren en voorraadvaten afkomstig van leveranciers en producenten. Informatie hierover vind je meestal terug op typeplaatjes op de

installatiecomponenten, facturen, installatiehandleidingen of op de website van de fabrikant of leverancier;

3. Kwaliteitsverklaringen van Bureau CRG;
4. Documenten waaruit het moment van installatie en type paneel blijkt, zoals een factuur voor de levering;
5. Eigen waarnemingen, metingen en tellingen, zoals waargenomen opschriften, aflezing van een kompas, meting met een distometer. Het meest betrouwbare is dat je in het gebouw de installatiecomponenten visueel controleert;
6. Toestellen of apparaten kunnen beschikken over kwaliteitsverklaringen waar je informatie uit kan halen. Voor een toelichting van kwaliteitsverklaringen zie paragraaf 5.2.2.

15.1.4 Dossiervorming

In de opnameprotocollen geven we aan waar het dossier aan moet voldoen. Hierna volgt een aantal tips bij het verzamelen van informatie voor het vormen van een goed dossier.

- Maak de informatie uit paragraaf 15.1.3 in het dossier aannemelijk zodat de tekeningen overeenkomen met de situatie tijdens de opname;
- Maak vaak aantekeningen;
- Foto's; zowel detailfoto's als overzichtsfoto's. Op een detailfoto zijn de relevante eigenschappen van de betreffende installatie, paneel of voorraadvat zichtbaar, bijvoorbeeld:
 - Volume van het voorraadvat;
 - Opstelling en oriëntatie van de panelen of collectoren;
 - Merk en type van de panelen of collectoren;
 - Kabels en leidingen.
- De overzichtsfoto is van een grotere afstand gemaakt en daarop is te zien waar (het onderdeel van) de installatie zich bevindt in het gebouw of de ruimte. Daarop is ook de omvang van de installatie te zien en in welke mate er beschaduwing optreedt, dan wel kan optreden. Bijvoorbeeld van het maken van overzichtsfoto's: Eerst is er een foto van het typeplaatje van zonnepanelen, daarna volgt een afbeelding van de zonnepanelen waarop het typeplaatje zit op het dak. Daarna een afbeelding met de positie van de zonnepanelen op het dak ten opzichte van het gebouw.

15.2 TYPE ENERGIESYSTEMEN

We onderscheiden de volgende typen systemen voor energieopwekking in gebouwen:

1. Zonneboiler voor de opwekking van warm water;
2. PV-panelen voor de opwekking van elektriciteit;
3. PVT-panelen voor de opwekking van elektriciteit en warm water;
4. Windenergie voor de opwekking van elektriciteit.

PV-panelen en windenergie neem je op als aantoonbaar is dat de PV-panelen of windturbine(s) achter de meter van het gebouw of de gebruikseenheid zijn aangesloten.

'Achter de meter' wil in dit verband zeggen tussen de hoofdmeter van het energiebedrijf en de elektrotechnische installatie van het gebouw of de gebruikseenheid. Dit kan zowel de aansluiting van één bedrijfsunit zijn als een gezamenlijke aansluiting van meerdere utiliteitsgebouwen, bijvoorbeeld in het geval van een VvE met meerdere bedrijfspanden. Voor woningen geldt dat dit zowel de aansluiting zijn van één woning als een gezamenlijke aansluiting van het woongebouw (CVZ-kast of andere gemeenschappelijke elektrotechnische installatie) kan zijn.

Voorbeelden:

1. Een PV-installatie op het dak van een gebouw. De installatie is aangesloten via een aparte kabel achter de hoofdmeter van het gebouw. De installatie neem je mee bij energieprestatie van het gebouw. De elektriciteitsproductie mag je naar rato van gebruiksooppervlakte (van de energieprestatieplichtige bouwdelen) meenemen bij de bepaling van de energieprestatie van een unit in het gebouw;
2. Een PV-installatie op een (onbebouwd) perceel (van de burens of nog verder weg). Het perceel heeft geen eigen elektriciteitsaansluiting. De installatie is aangesloten via een aparte kabel achter de (hoofd)meter van gebouw A. Indien hiervoor een bijlage P-verklaring (zie NTA 8800 [5]) wordt opgesteld, dan neem je dit mee bij de energieprestatie van gebouw A. Als er geen bijlage P-verklaring is opgesteld maar

de kabel fysiek waarneembaar is voor de adviseur, dan neem je de PV-installatie ook mee voor de energieprestatie van gebouw A;

3. Een PV-installatie op gebouw B op een ander perceel. Het perceel of gebouw heeft een eigen elektriciteitsaansluiting. De PV-installatie is hier niet op aangesloten (het dak of de grond wordt bijvoorbeeld verhuurd).

De installatie is aangesloten via een aparte kabel achter de (hoofd)meter van gebouw A. Het PV-systeem neem je mee bij energieprestatie van gebouw A, want deze installatie levert immers alleen aan dat gebouw haar elektriciteit;

4. Een PV-installatie op of naast gebouw B op een ander perceel. Het perceel of gebouw heeft een eigen elektriciteitsaansluiting. De PV-installatie is hierop aangesloten. Via een kabel is er ook een fysieke koppeling met de meter van het andere gebouw A. Het PV-systeem mag niet worden meegenomen voor gebouw A;

5. Een PV-installatie op gebouw B op een ander perceel. Het gebouw heeft een eigen elektriciteitsaansluiting. De PV-installatie is hierop aangesloten.

Via de meterkast van gebouw B en de opbrengstmeter van de PV-installatie wordt bepaald hoeveel elektriciteit er nodig is voor gebouw B. De overige elektriciteit wordt toegerekend aan gebouw A. Deze elektriciteit wordt via de hoofdaansluiting van gebouw B teruggeleverd aan het landelijke netwerk en administratief toegerekend aan gebouw A;

Er is geen sprake van een fysieke koppeling. De elektriciteitsproductie kan niet geheel en niet gedeeltelijk worden toegerekend aan gebouw A. De elektriciteitsproductie hoort volledig bij de bepaling van de energieprestatie van gebouw B;

6. Een PV-installatie op of naast gebouw B op een ander perceel. Het gebouw heeft een eigen elektriciteitsaansluiting.

De PV-installatie is aangesloten op een eigen meterkast en elektriciteitsaansluiting (in het gebouw). De elektriciteit wordt teruggeleverd aan het landelijke netwerk.

Er is geen sprake van een fysieke koppeling met gebouw B. De elektriciteitsproductie kan niet worden toegerekend aan gebouw A of gebouw B.

Zonneboiler

Een zonneboilersysteem bestaat uit een collectordeel dat de zonnewarmte invangt en een voorraadvat. De collectoren zijn buiten opgesteld, meestal op een dak. Het voorraadvat bevindt zich meestal binnen, bijvoorbeeld in een technische ruimte.

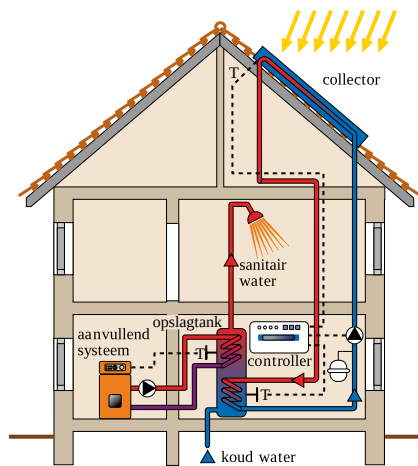
Eigenschappen van het collectordeel van een zonneboilerinstallatie:

- Er is een vloeistofaansluiting, dat wil zeggen dat er leidingen lopen;
- Collectoren kunnen zijn uitgevoerd als rechthoekige panelen (diverse afmetingen) of als een rij buizen. Is er een rij buizen, dan gaat het om een vacuümbuis of heat pipe (met circulaire absorbeerder).

In een zonneboilersysteem gaat de warmte die door de collector is ingevangen, naar een opslagsysteem.

Dit kan zijn:

- Een opslagvat (voorraadvat);
- Een directe koppeling aan de vloerverwarming. Dit is alleen van toepassing als de zonneboiler ook voor ruimteverwarming wordt ingezet.



Afb. 15.1 Schematische weergave van een zonneboilerinstallatie

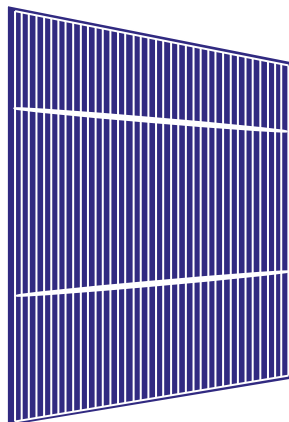
PV-panelen

Eigenschappen van een installatie voor PV-panelen:

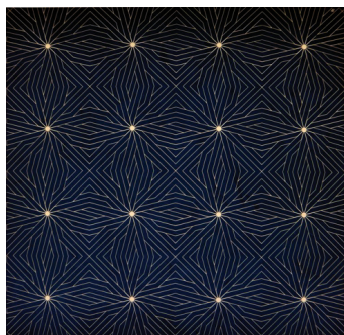
- Er is alleen een elektriciteitsaansluiting, alleen kabels dus en geen leidingen;
- In de meeste gevallen gaat het bij poly- of monokristallijne panelen om rechthoekige panelen van 1,0 m x 1,6 m. Alle typen PV-panelen, maar amorge in het bijzonder, kunnen andere afmetingen hebben;



Afb. 15.2 Polykristallijne panelen (bron: Zonnepanelen Xtra BV)



Afb. 15.3 Polykristallijn/Multikristallijn silicium zonnecel met traditionele raster van stroomgeleiders (H-patroon)



Afb. 15.4 Multikristallijn silicium zonnecel met een alternatief patroon (de Sunwebcel van ECN/Solland)



Afb. 15.5 Monokristallijne panelen (zowel de rij links op de foto als rechts op de foto zijn monokristallijne panelen) (bron: Zonnepanelen Xtra BV)



Afb. 15.6 Monokristallijne panelen met daarachter nog polykristallijne zonnepanelen (bron: Zonnepanelen Xtra BV)



Afb. 15.7 Amorfe panelen (bron: Zonnepanelen Xtra BV)

- Ze zijn op een omvormer aangesloten. Dit kan een centrale omvormer zijn of micro-omvormers die onderdeel uitmaken van het PV-paneel;
- Er is in de meterkast een aparte groep aanwezig waarop de omvormer van de PV-installatie is aangesloten.



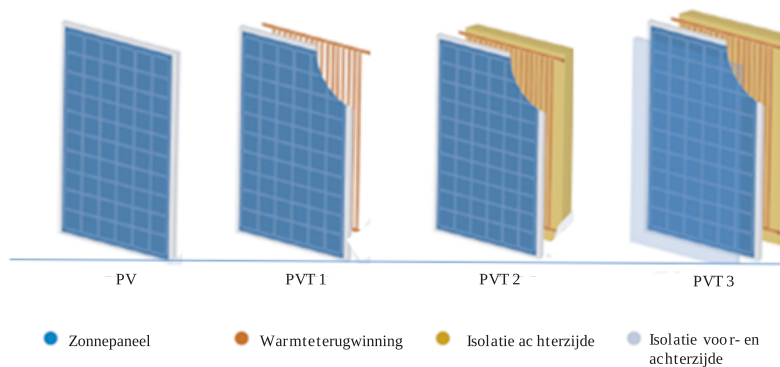
Afb. 15.8 Extra groepen in meterkast voor het PV-systeem



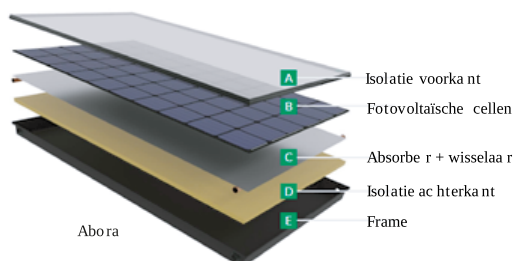
Afb. 15.9 Teruglevering van zonnestroom aan het elektriciteitsnetwerk

PVT-systeem

Een PVT-systeem combineert de eigenschappen van zowel PV als een zonneboiler.



Afb. 15.10 Verschillende PVT constructies



Afb. 15.11 Opbouw PVT3 collector

Windenergie

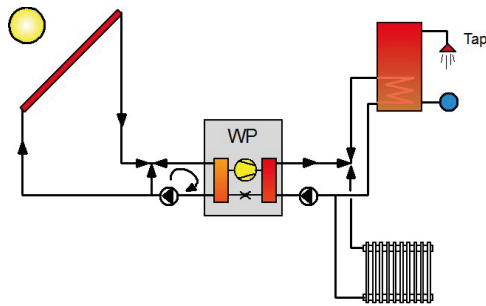
Eigenschappen van een installatie voor windenergie:

- Alleen een elektriciteitsaansluiting, d.w.z. alleen kabels en geen leidingen;

- Er zijn veel verschillende soorten kleine windturbines of mini windturbines (d.w.z. een windmolen die elektriciteit opwekt met een hoogte tussen 2 m en 15 m vanaf maaiveld) verkrijgbaar. In de meeste gevallen heeft de windturbine een horizontale as, maar verticale assen komen steeds vaker voor;
- Ze zijn op een omvormer aangesloten net als PV-systemen. Dit is bij kleinschalige windenergie meestal een centrale omvormer;
- Er is in de meterkast een aparte groep waarop de omvormer van de windturbine is aangesloten.

15.3 PRODUCTIE VAN WARM WATER: OPSLAG EN KOPPELING

Een thermisch zonne-energiesysteem kun je herkennen aan de koppeling aan een tapwatersysteem en/of een verwarmingssysteem.



Afb. 15.12 Omgevingscollector als bron voor een warmtepomp (Bron: BCRG-gelijkwaardigheidsverklaring Triple Solar)

15.3.1 Complete systemen met een kwaliteitsverklaring

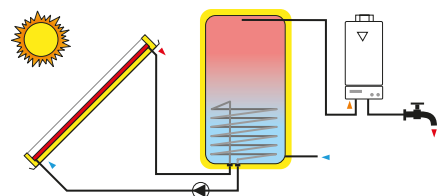
Op een kwaliteitsverklaring van een zonneboilersysteem staan de volgende aspecten vermeld:

- Volume van het voorraadvat;
- Het pompvermogen;
- De wijze van aansluiten op het tapwatersysteem of de energieverliezen die hierdoor tot stand komen;
- De benodigde hulpenergie;
- Het collectoroppervlak;
- De hoeveelheid geleverde energie, de zogenaamde zonbijdrage, als functie van de tapwatervraag. Hier staan voor verschillende niveaus van tapwatervraag de bijbehorende zonbijdrage vermeld. Als de tapwatervraag valt tussen twee niveaus uit de kwaliteitsverklaring, wordt de bijbehorende zonbijdrage bepaald door lineaire interpolatie.

15.3.2 Naverwarming

Voorverwarmer zonneboiler met separaat naverwarmingstoestel

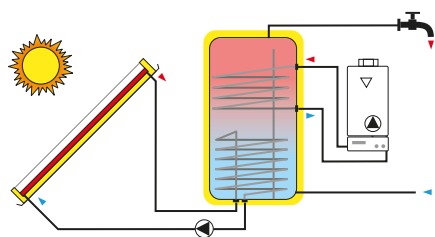
In dit geval verwarmt de zonneboiler het koude tapwater voor, voordat het naar de warmtapwateropwekker gaat, zie afb. 15.13.



Afb. 15.13 Voorverwarmer zonneboiler met separaat naverwarmingstoestel

Zonneboilersysteem met geïntegreerde, gasgestookte naverwarming

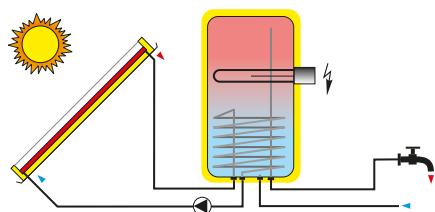
Hier wordt het water in het zonneboilervat op de juiste temperatuur gehouden door een gasgestookte warmteopwekker die via een warmtewisselaar met het boilervat is verbonden. Dit kan bijvoorbeeld een opwektoestel voor ruimteverwarming zijn, net als bij een indirect gestookt boilervat, zie afb. 15.14.



Afb. 15.14 Zonneboilersysteem met geïntegreerde, gasgestookte naverwarming

Zonneboilersysteem met geïntegreerde, elektrische naverwarming

Hier wordt het water in het zonneboilervat op de juiste temperatuur gehouden door een elektrisch element. Het elektrische element bevindt zich in het vat van de zonneboiler, zie afb. 15.15.



Afb. 15.15 Zonneboilersysteem met geïntegreerde, elektrische naverwarming

15.3.3 Opslag en gebruik van zonnewarmte

Warmte uit de collectoren wordt opgeslagen. Dat kan in een voorraadvat en in een zogenaamde directe aansluiting op de vloerverwarming. Dat laatste is alleen van toepassing als de zonneboiler voor ruimteverwarming wordt ingezet.

In een gebouw kunnen meerdere zonneboiler- en PVT-installaties aanwezig zijn. Deze zijn verbonden met een opslag en daarmee met een systeem voor tapwater of ruimteverwarming.

15.4 COLLECTOREN EN PANELEN

Alle zonne-energiesystemen hebben panelen of collectoren die zonnestraling invangen en omzetten naar elektriciteit of warmte. Hoeveel energie een systeem invangt, hangt af van de hellingshoek, oriëntatie, beschaduwing en het systeemoppervlak. Deze bevinden zich buiten, en dan meestal op het dak.

15.4.1 Hellingshoek

De hellingshoek is de hoek tussen het paneel of collector en het horizontale vlak. Daarbij is 0° horizontaal en 90° verticaal.

Op platte daken kun je de hellingshoek bepalen door de sinus van de hoek te berekenen en deze vervolgens naar een hoek om te rekenen. De sinus bereken je door de maximale hoogte van het paneel ten opzichte van het dak te delen door de lengte van de schuine zijde van het paneel.

Op schuine daken kan je de hoek van het dak, en daarmee het paneel, bepalen met een gevelaanzicht waarop het dak van opzij zichtbaar is.

Als hulpmiddel kun je ook een protractor-app op de mobiele telefoon gebruiken.

15.4.2 Oriëntatie

Naast de hellingshoek hebben zonnepanelen ook een oriëntatie die van belang is voor de energieprestatieberekening. In een energieprestatieberekening zijn de volgende opties mogelijk: Noord (N), Noordoost (NO), Oost (O), Zuidoost (ZO), Zuid (Z), Zuidwest (ZW), West (W), Noordwest (NW). De oriëntatie kan worden bepaald met een kompas of met een tekening waarop de windrichtingen staan aangegeven.

15.4.3 Bouwintegratie (PV en PVT)

De volgende vormen van bouwintegratie kun je onderscheiden:

- Niet geventileerd: de panelen zijn direct – zonder luchtpouw – op dak of gevel gemonteerd;
- Matig geventileerd: de panelen zijn op of in het dak of gevel gemonteerd en er is een luchtpouw tussen het paneel enerzijds en dak of gevel anderzijds. Hier vallen bijvoorbeeld ook panelen op gegolfde daken onder;
- Sterk geventileerd: de panelen zijn op een open draagconstructie gemonteerd of worden mechanisch geventileerd.

15.4.4 Piekvermogen van PV-panelen (PV en PVT)

Het overgrote deel (90 - 95%) van de PV-panelen zijn kristallijne panelen. Kristallijne panelen, monokristallijn of polykristallijn, zijn vaak herkenbaar doordat deze zijn opgebouwd uit meerdere kleine (max. 15 cm x 15 cm), vaak wat blauw kleurende cellen. Er komen steeds vaker meer zwartgekleurde panelen voor.

Amorfe panelen worden nauwelijks toegepast. Deze bestaan uit grotere aaneengesloten oppervlakten, zijn vaak egaal gekleurd (vaak zwart) en kunnen buigzaam zijn. Amorfe cellen hebben een duidelijk lager rendement dan de kristallijne cellen.

De paneleigenschappen staan op de achterkant van het paneel vermeld.

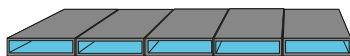
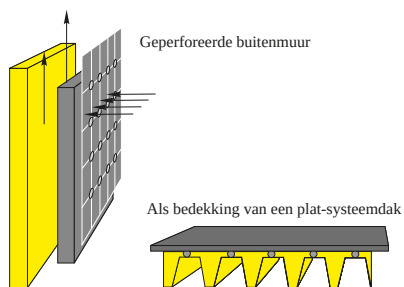
15.4.5 Type en eigenschappen zonnecollectoren (zonneboilers en PVT)

Op zonneboiler- en PVT-systemen kunnen diverse typen collectoren zijn aangesloten:

1. Niet-beglaasde of niet-afgedekte collector, zie afb. 15.16;
2. Beglaasde of afgedekte collector, zie afb. 15.17;
3. Vacuümbuis, zie afb. 15.18 en 15.19.

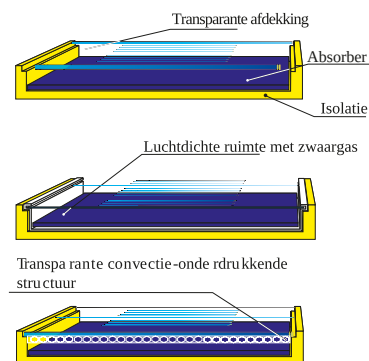
Typen 1 en 2 kunnen ook PVT-systemen zijn, maar type 3 niet.

De termen 'afgedekt' en 'beglaasd' worden beide gebruikt en betekenen hetzelfde.



Kunststof kanaalplaat

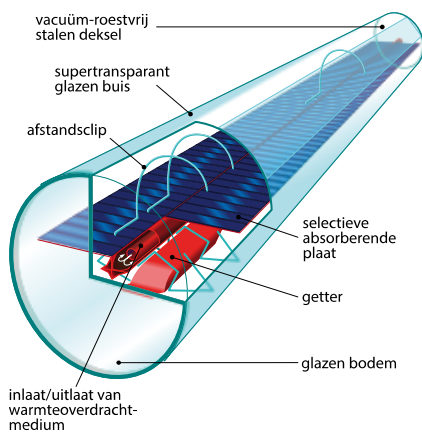
Afb. 15.16 Niet afgedekte collector



Afb. 15.17 Afgedekte collector



Afb. 15.18 Vacuümbuis



Afb. 15.19 Opbouw vacuümbuis

Om PVT en zonnecollectorpanelen goed op te kunnen nemen in de energieprestatieberekening neem je collectorcircuitparameters op. De collectorcircuitparameters η_{loop} , η_0 en a_1 zijn aangegeven in de kwaliteitsverklaring of staan in de technische gegevens die worden verstrekt door de leverancier.

De parameter η_0 geeft een waarde voor het (optische) rendement van de collector en is een getal tussen 0 en 1 of een percentage. Deze parameter wordt ook wel aangeduid als E_0 .

De parameter a_1 betreft de eerste-orde-warmteverliescoëfficiënt van de collector in $W/m^2 \cdot K$. Soms wordt deze parameter ook als k_1 aangeduid.

Voor de gegevens met betrekking tot de leidingen en het pompvermogen en het bepalen hiervan wordt verwezen naar paragraaf 13.4 (distributie).

15.4.6 Paneel- of collectoroppervlakte

De paneel- of collectoroppervlakte (zogenaamde referentieoppervlak op basis waarvan de gegevens van de specifieke collector of het specifieke paneel worden vastgesteld) kun je terugvinden op de kwaliteitsverklaring (indien aanwezig). Als er geen kwaliteitsverklaring is, kun je de oppervlakte van de panelen of collectoren in de productdocumentatie vinden.

15.4.7 Beschaduwing

Informatie over dit onderwerp kun je terugvinden in de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2].

16 BESCHADUWING

16.1 RAMEN, PV-PANELEN EN ZONNECOLLECTOREN

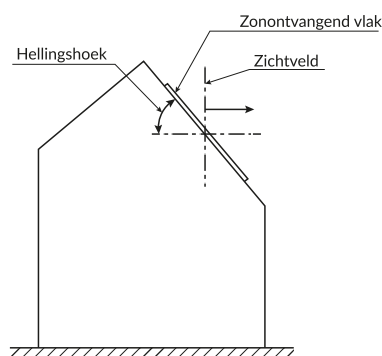
Het is noodzakelijk om na te gaan of er sprake is van beschaduwing bij gebouwen. Beschaduwing kan namelijk van invloed zijn op de invallende zonnestraling bij ramen, PV-panelen en zonnecollectoren. Beschaduwing kan worden veroorzaakt door obstakels als schoorstenen, ventilatie-units, verdampers, bouwkundige elementen, uitbouwen en/of torens van gebouwen. Er kan sprake zijn van beschaduwing als er zich bijvoorbeeld een bouwkundig element bevindt in de baan tussen de zon en een raam, PV-paneel of zonnecollector. Je houdt alleen rekening gehouden met beschaduwing van obstakels op het eigen perceel van het betreffende gebouw. Als er beschaduwing optreedt van een obstakel (bijvoorbeeld een gebouw) dat op een ander perceel staat, neem je dit niet mee. Ook schuttingen en privacy-schermen neem je niet mee.

Je maakt onderscheid in obstakels gezien vanaf de grond - 'belemmeringen' genoemd - en obstakels gezien vanuit de hemel, in het algemeen aangeduid als 'overstekken'. De eerstgenoemde obstakels belemmeren de zonnestraling bij een zonnestand onder een bepaalde hoogte (gebouw, installatie, schoorsteen, enzovoort). Overstekken vormen een belemmering bij een zonnestand boven een bepaalde hoogte (overstek, uitstekende dakrand).

De relatieve hoogte en breedte bij belemmeringen en overstekken spelen een belangrijke rol bij de bepaling of er sprake is van beschaduwing. De beschaduwingsreductiefactor ($F_{sh;obst;mi}$) wordt bepaald aan de hand van de relatieve hoogte of relatieve breedte van obstakels aan en/of buiten het gebouw die zich in het zichtveld van het zonontvangende vlak bevinden. Het zonontvangende vlak kan een raam zijn, een PV-paneel of een zonnecollector zijn.

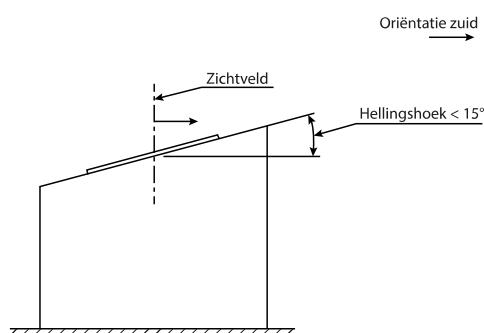
16.2 ZICHTVELD

Beschouw een verticaal vlak door het midden van het desbetreffende zonontvangende vlak met dezelfde oriëntatie als de desbetreffende constructie. Het zichtveld is de naar buiten gekeerde, halve ruimte, zie afb. 16.1.



Afb. 16.1 Verticale of schuine situatie

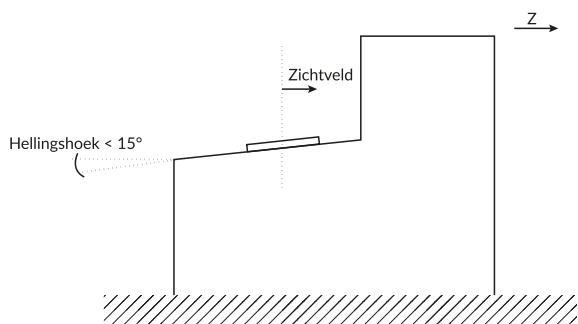
Als de betreffende constructie een helling heeft die kleiner is dan 15° ten opzichte van horizontaal, houd je voor het zichtveld de oriëntatie zuid aan, zie afb. 16.2.



Afb. 16.2 Bijzondere situatie 1, met hellingshoek $< 15^\circ$

De extra bepaling voor (nagenoeg) horizontale constructies is noodzakelijk omdat bij een nagenoeg horizontale constructie op het noorden toch beschaduwing kan optreden door

obstakels aan de zuidzijde van de constructie. Zo kan er bijvoorbeeld een opbouw aan de zuidzijde van het dakraam aanwezig zijn, zie afb. 16.3.



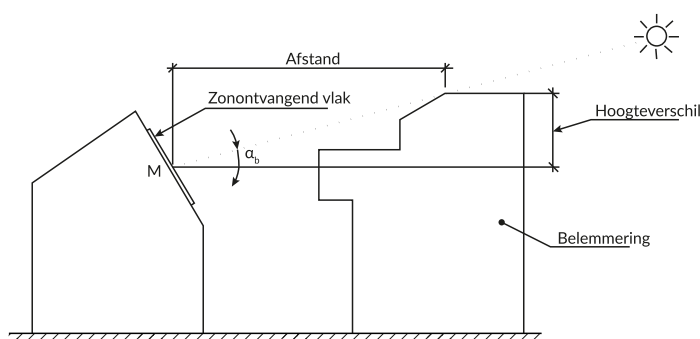
Afb. 16.3 Bijzondere situatie 2, met hellingshoek $< 15^\circ$

16.3 BEPALEN VAN (ZIJ)BELEMMERINGEN EN OVERSTEEKEN

Alle belemmeringen en overstekken bereken je ten opzichte van de buitenzijde van het glasoppervlak. Let op: beschaduwing kan worden veroorzaakt doordat de beglazing diep is gelegen in de gevel en de dikte van de gevel zelf daardoor voor de beschaduwing zorgt, zoals bij diepe negges. Er kan dan sprake zijn van zijbelemmeringen en/of overstek.

Stap 1 bepaal of er sprake is van belemmeringen op het eigen perceel van het gebouw

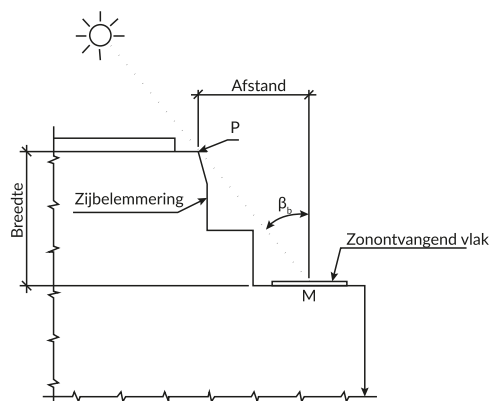
Ga na of er sprake is van belemmeringen. Dit zijn alle obstakels gezien vanaf de grond die de zonnestraling belemmeren bij een zonnestand onder een bepaalde hoogte (obstakels kunnen zijn: gebouw, installaties, schoorstenen, masten, etc. op eigen perceel). Zie afb. 16.4.



Afb. 16.4 Bepaling van de relatieve hoogte van een belemmering

Stap 2: Bepaal of er sprake is van zijbelemmeringen op het eigen perceel van het gebouw

Zijbelemmeringen zijn obstakels op het eigen perceel die zich in het zichtveld loodrecht of onder een hoek naast het zonontvangende vlak bevinden. Zij belemmeren de zonnestraling bij een zonnestand onder een bepaalde grens (zoals bij een zijvleugel of een diepe negge). Zie afb. 16.5.

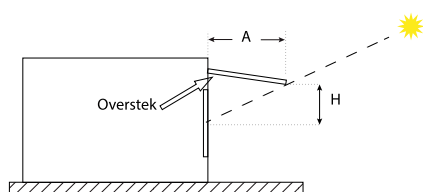


Afb. 16.5 Bepaling van de relatieve breedte van een zijbelemmering

Stap 3: Bepaal of er sprake is van overstekken

Overstekken zijn alle obstakels gezien vanuit de hemel die een belemmering vormen bij een

zonnestand boven een bepaalde hoogte (overstek, uitstekende dakrand). De mate van beschaduwing, ten gevolge van een overstek, wordt uitgedrukt als relatieve hoogte. Zie afb. 16.6.



A: De horizontale afstand tussen het glas en het eindpunt van de overstek.

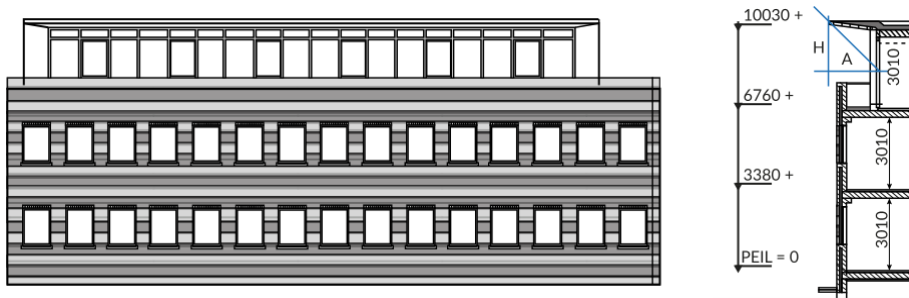
H: Het verticale hoogteverschil tussen het midden van het raam en de onderzijde van de overstek.

Afb. 16.6 Bepaling van de relatieve hoogte van een overstek ($h_o = H/A$)

Hierna volgens enkele voorbeelden van beschaduwingen en belemmeringen bij ramen, PV-panelen en zonnecollectoren.

Afb. 16.7 toont een kantoorgebouw waarbij op de bovenste bouwlaag een overstek aanwezig is die beschaduwing kan veroorzaken. De relatieve hoogte is $h_o = H/A$.

De overstek is van toepassing voor alle ramen in de gevel op de bovenste bouwlaag, de overstek is immers bij minimaal 20% van de gehele breedte van de ramen aanwezig.



Afb. 16.7 Gebouw met op de bovenste bouwlaag een overstek

In afb. 16.8 heeft raam A een overstek en een zijbelemmering, raam B kent een overstek en twee zijbelemmeringen.



Afb. 16.8 Raam A heeft een overstek en een zijbelemmering, raam B heeft een overstek en twee zijbelemmeringen

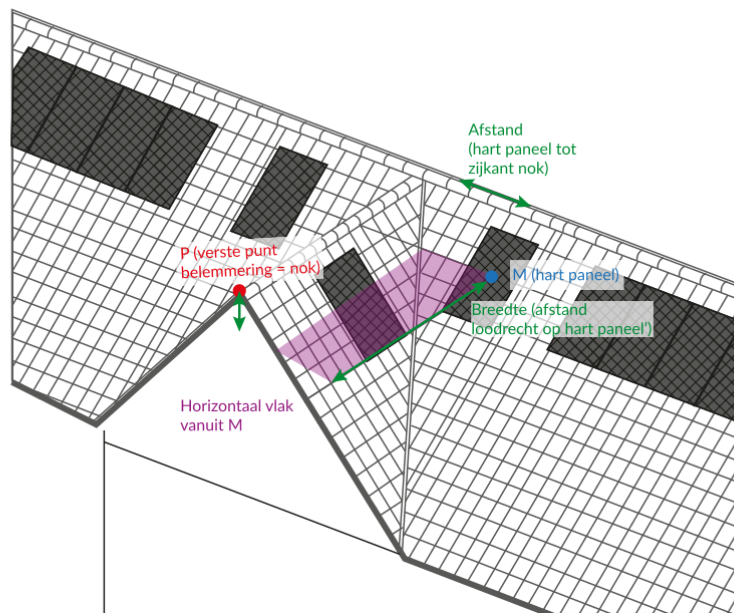
Er komen situaties voor waarbij er meerdere zijbelemmeringen aanwezig zijn. In dat geval bepaal je welke zijbelemmering het meest 'uitsteekt' - gezien vanuit het zonontvangend vlak - en dus de meeste beschaduwing veroorzaakt. Bepaal vervolgens de horizontale afstand en de breedte tot de zijbelemmering.

Een breedte van nul betekent: 'geen zijbelemmering'. Hoe groter de breedte, des te meer schaduw.

In de situatie zoals geschetst in afb. 16.9 is de zijbelemmering niet oneindig hoog, dus de uitkomst is conservatief. Ook is de belemmering niet op elke hoogte even breed. Conform de regels wordt de breedte in het horizontale snijvlak bepaald vanuit het midden van het zonontvangende vlak. Dit kan een PV-paneel of zonnecollector zijn, maar ook een verticaal raam in het dak (bv. dakkapel).

In afb. 16.9 staan de letters voor het volgende:

- Punt P is het verste punt van de belemmering;
- Punt M is het midden van het zonontvangende vlak.



Afb. 16.9 Hoe groter de afstand en/of hoe kleiner de breedte, des te geringer is de beschaduwing

17 REPRESENTATIVITEIT (WOONFUNCTIES)

In artikel 7 van de Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) is aangegeven dat het afgeven van een energielabel voor appartementen, of voor apart gebruik ontwikkelde eenheden die deel uitmaken van een blok, ook mogelijk is op basis van een afgegeven energielabel voor een ander, representatief appartement in hetzelfde appartementengebouw.

Ook de Nederlandse wet- en regelgeving geeft aan dat een energielabel op basis van een al eerder verstrekt energielabel voor een ander representatief gebouwdeel kan worden afgegeven. Naast representativiteit bij appartementen kan er ook bij eengezinswoningen sprake zijn van representativiteit.

Dit hoofdstuk dient als hulpmiddel voor het herkennen van representativiteit. In tabel 17.1 zijn de meest voorkomende soorten woningen beschreven en kun je zien of er mogelijk sprake kan zijn van representativiteit.

Tabel 17.1 Overzicht van de kans dat representativiteit kan worden toegepast voor een afzonderlijk gebouwdeel of woning

Woningsoort		Verwarmingsinstallatie	Eigenaarsvorm	Kans dat representativiteit kan worden toegepast
A.	Woning in appartementengebouw	Collectief	Eén eigenaar	Aanwezig
B.	Woning in appartementengebouw	Collectief	Meerdere eigenaren	Klein
C.	Woning in appartementengebouw	Individueel	Eén eigenaar	Aanwezig
D.	Woning in appartementengebouw	Individueel	Meerdere eigenaren	Klein
E.	Eengezinswoning in blok	Collectief of individueel	Eén eigenaar	Aanwezig
F.	Eengezinswoning in blok	Collectief of individueel	Meerdere eigenaren	Klein
G.	Blok eengezinswoningen (meerdere blokken in een wijk)	Collectief of individueel	Eén eigenaar	Aanwezig

Het gaat hierbij om een vergelijking tussen de woning en de referentiewoning op:

- Afwijkingen van bouwkundige aard;
- Afwijkingen in oriëntatie;
- Afwijkingen van installatietechnische aard.

Een toelichting op deze afwijkingen kun je terugvinden in de volgende paragrafen.

17.1 AFWIJKINGEN VAN BOUWKUNDIGE AARD

Het gaat hierbij afwijkingen zoals gebouwtype, woningtype, woningpositie (bijv. tussen of hoekwoning), afwijkingen in oppervlakte, U-waarde gesloten geveldelen, belemmeringen, hellingshoek etc. Bijvoorbeeld: twee tussenwoningen kunnen representatief zijn voor elkaar. Een hoekwoning en een tussenwoning niet.

17.2 AFWIJKINGEN IN ORIËNTATIE

De oriëntatie van het gebouw is van belang voor de energieprestatieberekening. Om representativiteit te kunnen bepalen, is het van belang dat deze woningen op dezelfde manier zijn georiënteerd. De oriëntaties van gebouwen hoeft je niet op de graad nauwkeurig te bepalen.

Je gebruikt voor de oriëntatie van de woning oriëntatieklassen. Deze klassen zijn weergegeven in tabel 17.2.

Tabel 17.2 De oriëntatie en hoek ten opzichte van het noorden van gebouwen

Oriëntatie	Hoek ten opzichte van noord
Noord	337,5°-22,4°
Noordoost	22,5°-67,4°
Oost	67,5°-112,4°
Zuidoost	112,5°-157,4°
Zuid	157,5°-202,4°
Zuidwest	202,5°-247,4°
West	247,5°-292,4°
Noordwest	292,5°-337,4°

De hoek is onder andere te bepalen met een tekening, het kadaster of bijvoorbeeld met een kompas.

Het gaat hierbij dus om het antwoord op de vraag of alle geveldelen en dezelfde oriëntatieklasse hebben.

17.3 AFWIJKINGEN VAN INSTALLATIETECHNISCHE AARD

Dit zijn bijvoorbeeld afwijkingen van het type verwarmingssysteem (opwekking, distributie-, afgiftesysteem en regeling), ventilatiesysteem, tapwatersysteem, koelsysteem.

Meer specifiek voor verwarmingssystemen geldt:

Met het oog op toepassing van representativiteit lijkt een woning voldoende op de referentiewoning wanneer in zowel de beschouwde woning als de referentiewoning voor ruimteverwarming hetzelfde warmteafgiftesysteem aanwezig is en een HR-ketel of HR-combiketel aanwezig is die niet meer dan één klasse verschilt. Andere installatietechnische afwijkingen zijn niet toegestaan.

Voorbeeld

In de beschouwde woning is een HR107 ketel geplaatst en in de referentiewoning een HR104 ketel. Als in de referentiewoning een HR100 ketel is geplaatst, is representativiteit niet van toepassing.

17.4 ONDERBOUWING REPRESENTATIVITEIT

In de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2] lees je welke stappen je moet doorlopen voor een goede onderbouwing van representativiteit. Hieronder vind je een uitgewerkt voorbeeld.

Voorbeeld

In afb. 17.1 is een voorbeeldplattegrond van een galerijflat gegeven. Deze galerijflat bestaat uit 14 identieke bouwlagen. De plattegronden, gevels en installaties van woning A, B, C en D zijn geheel gelijk.

Trappenhuis/lift	Galerij			
	Woning A	Woning B	Woning C	Woning D

Afb. 17.1 Plattegrond van een galerijflat

In de deelverzameling zijn dan 56 woningen met gelijke kenmerken aanwezig, waarvan minimaal 12 woningen moeten worden bezocht voor voldoende steekproefgrootte (11,2 afgerond naar boven). Van deze twaalf woningen moeten in elk geval de 9 unieke subtypes worden bezocht, te weten type A vloer, type A tussen, type A dak, type B/C vloer, type B/C tussen, type B/C dak, type D vloer, type D tussen en type D dak.

Er blijven dan nog drie woningen over die aanvullend moeten worden bezocht; elke 19e woning vanaf de woning met het laagste huisnummer ($N/(n\text{-aantal subtypes}) = 56/(12-9)$).

Van de steekproef met 12 in deze galerijflat bezochte woningen, mag geen enkele woning afwijken om gebruik te kunnen maken van representativiteit.

17.5 DOSSIER REPRESENTATIVITEIT

Informatie over dit onderwerp kun je terugvinden in de ISSO-publicaties 75.1 [1] en 82.1 [2].

LITERATUURLIJST

OVERZICHT

- [1] ISSO-publicatie 75.1 Energieprestatie utiliteitsgebouwen – 6^e druk, 2024, Rotterdam
- [2] ISSO-publicatie 82.1 Energieprestatie woningen en woongebouw – 6^e druk, 2024, Rotterdam
- [3] BRL 9500-W Energieprestatie woningen en woongebouwen (methode 2024), 2024
- [4] BRL 9500-U Energieprestatie utiliteitsgebouwen (methode 2024), 2024
- [5] NTA 8800: 2024 nl Energieprestatie van gebouwen – Bepalingsmethode, 2024, Delft
- [6] NEN 2580:2007 nl Oppervlakten en inhouden van gebouwen – Termen, definities en bepalingsmethoden, 2007, Delft
- [7] <https://bagviewer.kadaster.nl/lvbag/bag-viewer/?zoomlevel=1>
- [8] <https://www.EP-online.nl/>
- [9] <https://bcrq.nl/nl/>
- [10] <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/bouwproducten/vraag-en-antwoord/wat-is-een-prestatieverklaring-voor-bouwproducten>
- [11] Besluit bouwwerken leefomgeving: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0041297/2024-01-01>
- [12] Praktijkhandleiding BAG: <https://imbag.github.io/praktijkhandleiding/objecttypen>
- [13] Handleiding EP-online.nl voor energieadviseurs: <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2024-01/handleiding-ep-online-voor-energieadviseurs-2024-verise-8.pdf>
- [14] NEN1087: 2001 nl: Ventilatie van gebouwen – Bepalingsmethoden voor nieuwbouw, 2001, Delft
- [15] NEN-EN 1507: 2006: Ventilatie van gebouwen – Rechthoekige dunwandige metalen luchtkanalen – Eisen voor sterkte en lekkage, 2006, Delft
- [16] NEN-EN 12237: 2003: Ventilatie van gebouwen – Luchtleidingen – Sterkte en lektheid van ronde dunwandige metalen, 2006, Delft
- [17] NEN-EN 15727: 2010: Ventilatie van gebouwen – Ventilatiekanalen en componenten voor ventilatiekanalen, lekkageclassificatie en beproeving, 2010, Delft
- [18] NEN 8088-1: Ventilatie en luchtdoorlatendheid van gebouwen
- [19] NEN-EN-13141: Ventilatie van gebouwen – Prestatiebeproeving van onderdelen/producten voor woningventilatie
- [20] NEN 2686:1988/A2:2008: Luchtdoorlatendheid van gebouwen – Meetmethode

COLOFON

Raad van Begeleiding

De werkzaamheden worden begeleid door de Raad van Begeleiding, welke ten tijde van het tot stand komen van deze publicatie als volgt is samengesteld:

De heer ir. R.D. van Bergen
De heer prof. dr. ir. A.C. Boerstra
De heer ir. W. Plokker
De heer drs. E.G. Rooijackers
De heer ing. A.A.L. Traversari MBA
De heer T. Klinkenberg
De heer ir. J.A.J. van der Velden
De heer R.P. Kramer
De heer G. Verbaan BSc

Kontaktgroep

Het ISSO-Praktijkboek Energieprestatie gebouwen 2024 werd verzorgd door de ISSO-kontaktgroep:

De heer ing A.J.N. Broers	Senenergy Energie Advies namens ISSO (rapporteur/secretaris)
De heer ing R. ten Have	Bouwtrend BV (Uniec) namens softwareleveranciers EP
De heer ing M. Hofman	ISSO (eindredacteur/ projectcoördinator)
De heer ir A.A. Koedam	Albert Koedam consultancy namens TC9500 InstallQ
De heer ing R. Moelard	Enerdeco BV namens Fedec/ Kego utiliteitsbouw
De heer ir E. Pennings	EP& vastgoedadvies namens Fedec/Kego woningbouw
De heer drs. ing. A. Schrauwen	Beeldkompaan (rapporteur)
De heer ir H.J.J. Valk	Nieman Raadgevende Ingenieurs BV namens NEN Projectgroep NTA 8800
De heer drs ing. J. Verhoef	Drietech & Verhoef Ingenieursbureau B.V. namens NLingenieurs
De heer ir T. Visser	Vitec VABI BV namens softwareleveranciers EP