



Agentschap NL
Ministerie van Binnenlandse Zaken en
Koninkrijksrelaties

Handboek gemeenten Energie prestatie gebouwen

>> Als het gaat om energie en klimaat

Checklist toetsing EPC-berekening

Met behulp van de onderstaande controlepunten kunt u een EPC-berekening op de belangrijkste hoofdpunten controleren. Per controlepunt wordt voor meer informatie verwezen naar de verschillende hoofdstukken van dit handboek.

Toetsing EPC-berekening	Meer informatie in paragraaf	Toetsing EPC-berekening	Meer informatie in paragraaf
2 Ga steekproefsgewijs na of de oppervlakken van gevels/daken/vloeren overeenkomen met de tekeningen. Controleer hierbij ook de gehanteerde Rc- en U-waarden.		6 Loop de EPC-berekening na op logische combinaties van installaties. Bedenk dat bij woningen vaak het warmwater- en verwarmings-toestel geïntegreerd zijn in één apparaat. De invoer bij verwarming en warmtapwater moet dan op elkaar aansluiten.	
3 Controleer globaal of het gebruiksoppervlak juist is.	NEN2580		
		9 Ga bij de toepassing van een zonneboiler of zonnecellen na of deze installatie ook daadwerkelijk geplaatst kan worden op het dak. Controleer met name de oriëntatie van het dakvlak waarop deze systemen geplaatst worden.	

Checklist controle bouwplaats

Met behulp van de onderstaande controlepunten kunt u tijdens de controles op de bouwplaats gericht nagaan of de belangrijkste EPC-maatregelen worden opgenomen in het gebouw. Per controlepunt wordt voor meer informatie verwezen naar de verschillende hoofdstukken van dit handboek.

Tussentijdse bouwplaatscontrole	Meer informatie in paragraaf	Eindcontrole op de bouwplaats	Meer informatie in paragraaf
---	------------------------------	---	------------------------------

Inhoud

*	Checklist - toetsing EPC-berekening	2	4	Bouwkundige elementen	17	5.5	Bevochtiging (utiliteitsbouw)	107
*	Checklist - controle bouwplaats	3	4.1	Warmteweerstand dichte geveldelen	18	5.6	Verlichting (utiliteitsbouw)	109
			4.2	Warmteweerstand ramen en deuren	21	5.7	Zonnecellen (PV-cellen)	114
1	Inleiding	5	4.3	Infiltratie	23	5.8	PVT	118
			4.4	Thermische capaciteit	24			
2	Wettelijk kader	8	4.5	Zomercomfort	27	6	Beoordelingskader EMG	120
3	Schematisering	10	5	Installaties	28	7	Gelijkwaardigheid	122
3.1	Indeling gebouw	11	5.1	Verwarming	29	7.1	Databank kwaliteits- en gelijkwaardigheids- verklaringen	124
3.2	Aangrenzende ruimten	14	5.2	Ventilatie	54			
3.3	Indeling Woningbouw	15	5.3	Warmtapwater	67	7.2	Beoordelen gelijkwaardigheid	124
3.4	Indeling Utiliteitsbouw	16	5.4	Koeling	95	7.3	Stapelen gelijkwaardigheid	124

Inleiding



In het Bouwbesluit worden eisen gesteld aan de energiezuinigheid van gebouwen. Bij het indienen van een bouwaanvraag voor een nieuwbouwproject is het verplicht om bij de stukken een berekening van de energieprestatie van het betreffende gebouw toe te voegen. Deze berekening, de EPC-berekening, wordt door de betreffende gemeente gecontroleerd. Tijdens de bouw wordt door de gemeente toezicht gehouden op het te realiseren bouwwerk: wordt het bouwwerk gebouwd volgens de eisen van de verleende vergunning.

Dit digitale ‘handboek’ beoogt gemeenten een helpende hand te bieden:

- bij het beoordelen van de juistheid van een ingediende EPC-berekening (genoemd naar de Energie Prestatie Coëfficiënt);
- bij het toezicht houden op energie-aspecten op de bouwplaats.

In dit handboek wordt niet op alle onderwerpen even diep ingegaan. Met name de bouwkundige aspecten en de modellering van een berekening worden slechts kort behandeld. In de Energie-Prestatienorm van Gebouwen (NEN 7120) wordt wel uitgebreid stilgestaan bij deze onderwerpen. Het handboek is gebaseerd op NEN 7120, uitgave 2011 inclusief correctieblad C1 en C2.

Het toetsen van EPC-berekeningen

Bij het toetsen van EPC-berekeningen wordt uitgegaan van de volgende onderdelen:

1. Schematisering

De indeling van een gebouw in verschillende gebruiksfuncties en in aangrenzende ruimten kan een grote invloed hebben op de EPC.

2. Oriëntatie van het gebouw

Wanneer een gebouw gericht op het zuiden wordt gebouwd, kan volop gebruik worden gemaakt van zonnewarmte.

Bij woningen bespaart dit veel energie, mits er aandacht is voor zonwering in de zomer. Bij utiliteitsbouw kan de interne warmtelast (bijvoorbeeld ten gevolge van computers) zo hoog zijn dat zonnewarmte juist moet worden buiten gehouden (bijvoorbeeld met buitenzonwering).

3. Bouwkundige schil

Hoe beter de isolatiewaarde van gevel, dak en begane grondvloer, des te kleiner zijn de transmissieverliezen.

De isolatiewaarde wordt bij dichte delen uitgedrukt in R_c [$\text{m}^2\text{K}/\text{W}$], bij ramen, deuren en borstwering in U_w en U_d [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]. Ook de infiltratie of mate van kierdichting, uitgedrukt in $q_{v10;\text{spec}}$ [dm^3/sm^2], beïnvloedt de warmteverliezen.

4. Installatieconcept

Een efficiënt installatieconcept bespaart veel energie.

Het bestaat uit de meest optimale combinatie van ventileren en verwarmen en/of koelen. Het bepaalt ook in belangrijke mate welke (combinaties van) energiebesparende technieken en duurzame opwekking mogelijk zijn.

Om de juistheid van een ingediende EPC-berekening te kunnen beoordelen, worden bovenstaande onderdelen getoetst.

Daarvoor zijn naast de berekening ook tekeningen nodig. Wanneer afgeweken wordt van forfaitaire waarden kunnen gelijkwaardigheidsverklaringen of kwaliteitsverklaringen nodig zijn.

Opzet van het handboek

Alle bovengenoemde onderdelen worden in dit handboek toegelicht. Per onderdeel wordt ook aandacht geschonken aan de mogelijkheden om hierop toezicht te houden op de bouwplaats. In dit handboek zijn woningbouw en utiliteitsbouw zoveel mogelijk samengevoegd. Indien nodig zijn per onderdeel alleen kort de verschillen tussen woningbouw en utiliteitsbouw benoemd.

Wettelijk kader

2



In het Bouwbesluit wordt voor de meeste gebruiksfuncties een eis aan de energieprestatiecoëfficiënt gesteld volgens onderstaande tabel. De volgens de NEN 7120 berekende energieprestatiecoëfficiënt (EPC) van een gebruiksfunctie moet kleiner zijn dan of gelijk zijn aan deze eis.

De energieprestatiecoëfficiënt wordt berekend conform de NEN 7120 met de volgende formule:

$$EPC_{usi} = E_{PTot} / E_{P;adm;tot;nb} \times EPC_{req;nb;usi}$$

Hierin is:

EPC_{usi}	De energieprestatiecoëfficiënt van de gebruiksfunctie <i>usi</i> .
E_{PTot}	Het karakteristieke energiegebruik van het gebouw bepaald conform NEN 7120.
$E_{P;adm;tot;nb}$	Het toelaatbare karakteristieke energiegebruik van het gebouw bepaald conform NEN 7120. Dit is onder andere afhankelijk van de aanwezige gebruiksfuncties, de gebruiksoppervlakte van het gebouw en de verliesoppervlakte van het gebouw.
$EPC_{req;nb;usi}$	De EPC-eis uit het Bouwbesluit voor de gebruiksfunctie <i>usi</i> , zie tabel pagina 9.

Wanneer er sprake is van één gebruiksfunctie in een gebouw geldt:

$$EPC_{usi} \leq E_{PCreq;nb;usi}$$

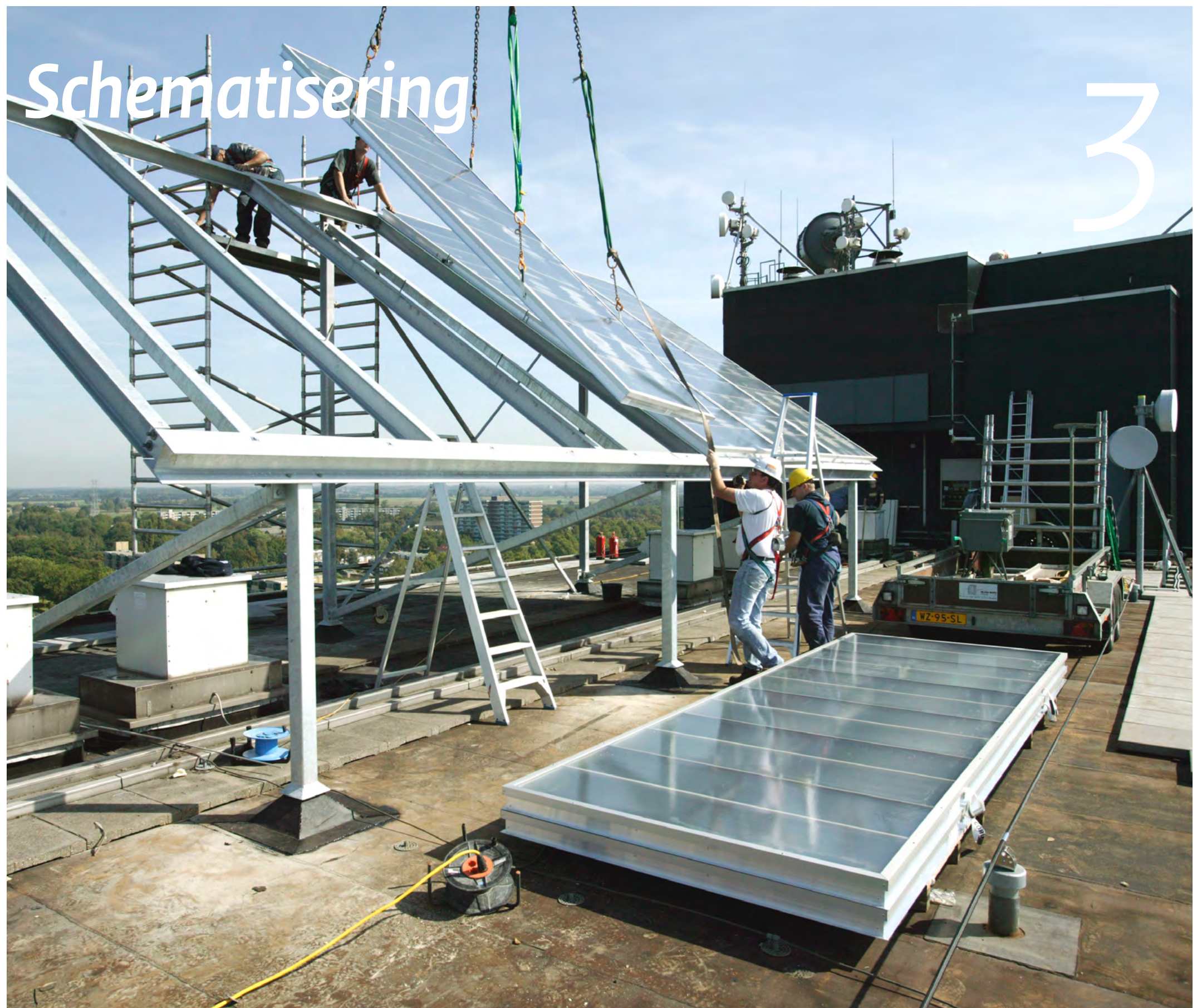
(bijvoorbeeld voor een woonfunctie geldt: $EPC_{woon} \leq 0,6$)

Wanneer er sprake is van meerdere gebruiksfuncties in een gebouw geldt:

$$E_{PTot} / E_{P;adm;tot;nb} \leq 1$$

Er is dan niet langer sprake van de energieprestatiecoëfficiënt van het gebouw, aangezien de energieprestatiecoëfficiënt alleen voor één gebruiksfunctie berekend kan worden.

Gebruiksfunctie	Energieprestatiecoëfficiënt $EPC_{req;nb;usi}$ (Bouwbesluit art. 5.2)
Woonfunctie • Woonwagen • Andere woonfunctie	1,3 0,6
Bijeenkomstfunctie	2,0
Celfunctie	1,8
Woonfunctie • Met bedgebied • Andere gezondheidszorgfunctie	2,6 1,0
Industriefunctie	-
Kantoorfunctie	1,1
Logiesfunctie • In en logiesgebouw • Andere logiesfunctie	1,8 1,4
Onderwijsfunctie	1,3
Sportfunctie	1,8
Winkelfunctie	2,6
Overige gebruiksfunctie	-



3.1 Indeling gebouw

Bij de schematisering van een gebouw zijn de volgende stappen belangrijk voor het resultaat, en daarom is het belangrijk deze goed te controleren:

Stap 1: Indeling in gebruiksfuncties

Omdat het toelaatbare karakteristieke energiegebruik (oftewel het energiebudget) onder andere afhankelijk is van de gebruiksfunctie(s), heeft het toekennen van gebruiksfuncties rechtstreeks invloed op de EPC. Controleer daarom of de juiste gebruiksfuncties aan de verschillende ruimten zijn toegekend. Uiteraard moeten deze ook overeen komen met de andere onderdelen van de vergunningsaanvraag. Controleer ook of de gemeenschappelijke ruimten volgens de NEN 7120 zijn toegekend aan de gebruiksfuncties die bediend worden door deze gemeenschappelijke ruimten.

Stap 2: Controleer de gebouwbegrenzing voor de EPC-berekening (= het energiegebouw)

Op basis van de toegewezen gebruiksfuncties wordt de grens getrokken tussen delen van het gebouw die wel en die niet meegenomen moeten worden binnen de EPC-berekening. Delen die niet meegenomen worden, moeten zijn ingedeeld in verwarmde of onverwarmde aangrenzende ruimten.

Stap 2a: Binnen het energiegebouw liggen in ieder geval:

1. Alle verblijfsruimten en verblijfsgebieden van de functies waarvoor een EPC-eis geldt;
2. De toilet- en badruimten die behoren tot de gebruiksfuncties waarvoor de EPC-berekening wordt uitgevoerd;
3. Ruimten met een opstelplaats voor een kooktoestel die behoren tot de gebruiksfuncties waarvoor de EPC-berekening wordt uitgevoerd;
4. Niet-gemeenschappelijke verkeersroutes die de onder 1 t/m 3 omschreven ruimten ontsluiten.

Stap 2b: Buiten het energiegebouw liggen:

1. Ruimten met een industriefunctie;
2. Ruimten met een overige gebruiksfunctie;
3. Sterk geventileerde ruimten, niet zijnde liftschachten;
4. Ruimten die door middel van een of meer niet-afsluitbare openingen (minimaal 0,2 m² in totaal) rechtstreeks in verbinding staan met de buitenlucht;
5. Bij een woongebouw behorende bergingen.

Stap 2c: Alle resterende ruimten liggen binnen of buiten het energiegebouw

Controleer of voor alle resterende ruimten op de juiste manier bepaald is of ze binnen of buiten het energiegebouw liggen. Met resterende ruimten worden ruimten bedoeld die na stap 2a en stap 2b nog niet ingedeeld zijn.

Deze resterende ruimten kunnen dus zowel binnen als buiten het energiegebouw liggen, afhankelijk van de omstandigheden. Voorbeelden van resterende ruimten zijn stallingsruimten, berg ruimten, technische ruimten, meetruimten, stookruimten, en ruimten zoals zolders, vlieringen, kelders, serres, atria en balkon/galerijafdichtingen wanneer deze niet als verblijfsruimte zijn aangemerkt.

Resterende ruimten vallen binnen het energiegebouw als wordt voldaan aan minimaal één van de volgende voorwaarden (zie ook paragraaf 6.3.2 en tabel 6.3 van de NEN 7120):

- a) De ruimte wordt verwarmd of gekoeld ten behoeve van het verblijven van mensen, bijvoorbeeld een afgesloten zolder met een warmteafgifte systeem;
- b) Er is een niet-afsluitbare verbinding met een ruimte die volgens stap 2a binnen het energiegebouw ligt, bijvoorbeeld een zolder met een open trap;
- c) Of als aan *elk* van de volgende voorwaarden wordt voldaan:
 - 1. De ruimte grenst aan een gebouwgedeelte dat behoort tot het energiegebouw;
 - 2. De uitwendige scheidingsconstructie van de resterende ruimte voldoet aan de isolatie-eisen uit het Bouwbesluit;
 - 3. De warmteweerstand van de scheidingsconstructie tussen de resterende ruimte en het energiegebouw is kleiner dan de warmteweerstand van de uitwendige scheidingsconstructie van de resterende ruimte.

Als de resterende ruimten niet minimaal aan voorwaarde a), b) of c) voldoen vallen ze buiten het energiegebouw.

De grens van de EPC-berekening dient te liggen om alle ruimten die volgens stap 2a tot en met 2c binnen het energiegebouw liggen. De ruimten die buiten het energiegebouw liggen worden beschouwd als aangrenzende ruimten, zie paragraaf 3.2. De grens van de EPC-berekening ligt in ieder geval bij de perceelsgrens. Voor twee gebouwen die elk op een eigen perceel liggen, moeten dus twee afzonderlijke EPC-berekeningen worden gemaakt.

Wanneer een gebruiksfunctie zich uitstrekt over twee of meer afzonderlijke gebouwen, gelegen op hetzelfde perceel, is het in de norm niet voorgeschreven of er één of twee of meer afzonderlijke EPC-berekeningen gemaakt moeten worden. Het meest praktisch in zo'n geval is het uitvoeren van aparte berekeningen voor elk gebouw afzonderlijk. Indien de gebouwen met elkaar zijn verbonden mag er echter ook voor gekozen worden om één berekening te maken.

Stap 3: Controleer de indeling in klimatiseringszones

Controleer of het energiegebouw zodanig in klimatiseringszones verdeeld is dat aan de volgende voorwaarden voldaan wordt:

- a) Elke klimatiseringszone heeft maar één verwarmingssysteem;
- b) Elke klimatiseringszone die gekoeld wordt heeft maar één koelsysteem;

- c) Ten minste 80% van de gebruiksoppervlakte van elke klimatiseringszone wordt door niet meer dan één ventilatiesysteemvariant (volgens de NEN 8088-1) geventileerd.

Stap 3 voor Utiliteitsbouw: Controleer de indeling in klimatiseringszones
Controleer of het energiegebouw zodanig in klimatiseringszones verdeeld is dat aan de volgende voorwaarden voldaan wordt:

Elke klimatiseringszone heeft niet meer dan één klimatiseringssysteem. Onder een klimatiseringssysteem wordt verstaan het systeem voor verwarmen en koelen al dan niet uitgevoerd met bevochtiging;

Ten minste 80% van de gebruiksoppervlakte van elke klimatiseringszone wordt door niet meer dan één ventilatiesysteemvariant (volgens de NEN 8088-1) geventileerd.

Wanneer een klein deel van het energiegebouw een afwijkend klimatiseringssysteem heeft, dan mag dat samengevoegd worden met een aangrenzende klimatiseringszone. Dit geldt als er op basis van de bovenstaande voorwaarden een klimatiseringszone zou ontstaan waarvan de gebruiksoppervlakte minder dan 10% van de gebruiksoppervlakte van een aangrenzende klimatiseringszone zou zijn.

Wanneer er verschillende klimatiseringssystemen in een gebouw aanwezig zijn voor verwarming en/of koeling die dezelfde rekenwaarden hebben (zowel voor opwekkings- en systeemrendement als hulpenergie), dan mogen deze als één systeem

worden gezien. Daardoor hoeven ze niet tot verschillende klimatiseringszones te leiden.

Stap 4: Controleer de indeling in rekenzones

Elke klimatiseringszone moet worden ingedeeld in één of meer rekenzones. Controleer of dat op de juiste wijze, volgens de volgende voorwaarden gedaan is:

- Een woonfunctie of een verwarmde logiesfunctie niet gelegen in een logiesgebouw (bijvoorbeeld een vakantiehuisje) krijgen altijd een eigen rekenzone;
- De setpointtemperatuur voor verwarming, die afhankelijk is van de gebruiksfunctie, mag binnen een rekenzone nergens meer dan 4 graden verschillen (zie tabel 13.1 van NEN 7120). Concreet betekent dit dat de ‘sportfunctie matig verwarmd’ altijd in een aparte zone opgenomen moet worden. De overige functies mogen altijd bij elkaar in een zone aanwezig zijn. Wanneer minimaal 90% van de rekenzone dezelfde gebruiksfunctie heeft, hoeft niet aan deze eis getoetst te worden;
- De specifieke ventilatiecapaciteit, die afhankelijk is van de gebruiksfunctie, mag binnen een rekenzone niet meer dan een factor 4 verschillen. In geval van gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning (WTW) moet de specifieke ventilatiecapaciteit worden vermenigvuldigd met een factor 0,3 voor deze toets. Wanneer de verblijfsgebieden met elkaar in open verbinding staan, of wanneer voor minimaal 80% van de rekenzone dezelfde ventilatiecapaciteit geldt, hoeft niet aan deze eis voldaan te worden.

Uitzondering op a) is een woning of een vakantiewoning met daarin een andere gebruiksfunctie van maximaal 50 m² (bijvoorbeeld een kantoor of een praktijkruimte).

Voor de berekening van de EPC mag die andere gebruiksfunctie dan beschouwd worden als woonfunctie respectievelijk verwarmde logiesfunctie niet gelegen in een woongebouw, waardoor er maar één rekenzone nodig is.

Een energiegebouw *mag* altijd in meer rekenzones verdeeld worden dan op grond van stap 3 en 4 minimaal noodzakelijk is. Uiteraard dient daarbij wel aan alle voorwaarden uit stap 3 en 4 voldaan te worden.

Zie figuur 6.1 van de NEN 7120 voor een voorbeeld van een indeling volgens de bovenstaande stappen.

3.2 Aangrenzende ruimten

Alle ruimten die buiten het energiegebouw vallen worden beschouwd als aangrenzende ruimten. Aangrenzende ruimten zijn onderverdeeld in de volgende categorieën:

1. Aangrenzend verwarmde ruimten (AVR): ruimten die worden verwarmd of gekoeld ten behoeve van het verblijven van mensen, maar die niet tot het energiegebouw behoren. Bijvoorbeeld een aangrenzende woning of een aangrenzende industriefunctie. De scheidingsconstructie met een AVR telt niet mee bij de bepaling van de verliesoppervlakte.

2. Aangrenzend onverwarmde ruimten (AOR): ruimten die niet worden verwarmd of gekoeld ten behoeve van het verblijf van mensen en die niet tot het energiegebouw worden gerekend, bijvoorbeeld bergingen van een woongebouw.
3. Aangrenzend onverwarmde serres (AOS): aangrenzend onverwarmde ruimten met een significante zoninstraling. Bijvoorbeeld serres, atria (mits buiten het energiegebouw gelegen) en balkon- en galerijafdichtingen. Bij geringe zoninstraling is het verschil in rekenresultaat tussen een AOR en een AOS gering, terwijl de keuze voor een AOS meer rekenwerk met zich meebrengt en het voordeel op de EPC gering is.
4. Aangrenzend sterk geventileerde ruimten: aangrenzende ruimten die via niet-afsluitbare openingen met buitenlucht worden geventileerd met een ventilatiecapaciteit van minimaal 3 dm³/s per m² gebruiksoppervlakte van die ruimten.

3.2.1 Aandachtspunten toetsing

- Controleer, wanneer een AOS is toegepast om (een deel van) de ventilatielucht te verwarmen, op tekening of er ook daadwerkelijk ventilatievoorzieningen zijn opgenomen in de scheidingsconstructie tussen de serre en het energiegebouw.
- Controleer op tekening of alle sterk geventileerde ruimten buiten het energiegebouw liggen.

3.2.2. Aandachtspunten controle bouwplaats

Controleer wanneer een AOS is toegepast om (een deel van) de ventilatielucht te verwarmen of er ook daadwerkelijk ventilatievoorzieningen zijn aangebracht in de scheidingsconstructie tussen de serre en het energiegebouw.

3.3. Indeling Woningbouw

De schematisering van de woonfunctie moet op tekening worden gecontroleerd. Over het algemeen zal een woning als één klimatiseringszone en één rekenzone worden gemodelleerd. Daarvoor geldt dan wel het uitgangspunt dat er in de woning maar één verwarmingssysteem, één koelsysteem en één ventilatiesysteem (voor minimaal 80% van de gebruiksoppervlakte) aanwezig is. Dit zal binnen één woonfunctie meestal het geval zijn.

Een woning mag altijd in meerdere rekenzones ingedeeld worden. Met name bij woningen met grote verschillen in de gebouwschil kan dit gewenst zijn. Bijvoorbeeld om te voorkomen dat de warmtewinst en het warmteverlies worden gemiddeld over de verschillende bouwlagen.

Dat kan leiden tot een overschatting van de warmtewinst en een onderschatting van de koudebehoefte.

Wanneer een project uit meer dan één woning bestaat, hangt het van de ontsluiting van de woningen af of er één of meer EPC-berekeningen moeten worden ingediend:

- bij een centrale ontsluiting van meer dan één woning via een gemeenschappelijke verkeersroute is er sprake van een woongebouw. In dat geval voldoet één EPC-berekening;
- wanneer elke woning apart wordt ontsloten (bijvoorbeeld bij een rijtjeswoning) moet per woning een EPC-berekening worden ingediend. In een tekening moeten dan de berekende woningtypen zijn aangegeven. Eventueel mag de maatgevende woning (de woning met de slechtste EPC) worden ingediend. De aanvrager moet dit dan wel duidelijk aangeven en onderbouwen;
- het is niet toegestaan om van een woongebouw alleen een berekening in te dienen van de maatgevende woning. Een woongebouw moet als één geheel zijn beschouwd.

Een galerijflat met een centrale hal moet dus in z'n geheel als woongebouw worden ingediend, dat betekent dat van het gehele gebouw in één keer één berekening gemaakt moet zijn. Dit ondanks het feit dat de voordeuren van de verschillende woningen op de galerij direct aan 'buiten' grenzen. Een flat met een centrale hal en enkele woningen die direct vanaf de straat te bereiken zijn (begane grond) vormt hierop een uitzondering. Hier zouden meerdere berekeningen moeten worden ingediend: een berekening van het woongebouw exclusief de woningen op de begane grond, en per woning op de begane grond nog een afzonderlijke berekening. In de meeste gevallen zal de indiener in deze situatie een beroep op gelijkwaardigheid doen, en de flat in z'n geheel als woongebouw indienen.

3.4 Indeling Utiliteitsbouw

De schematisering van een utiliteitsgebouw gebeurt aan de hand van de EPC-begrenzing en de indeling in klimatiseringszones en rekenzones. Deze schematisering moet op tekening worden gecontroleerd.

De EPC-begrenzing wordt bepaald door de gebruiksfuncties in het gebouw, de eventuele aanwezigheid van een woonfunctie, sterk geventileerde en/of aangrenzende ruimten (al dan niet verwarmd) en de ligging van de klimatiseringszones en daarbinnen de rekenzones. Een klimatiseringszone kenmerkt zich door het klimatiseringssysteem, de binnentemperatuur en het type ventilatiesysteem.

Aandachtspunten bij de controle van de schematisering zijn:

- de ingevoerde gebruiksfuncties. Bij een utiliteitsgebouw kunnen verschillende functies worden onderscheiden. Aan de meeste functies wordt een EPC-eis gesteld (zie hoofdstuk 2). Wanneer een gebouw meerdere functies bevat, wordt niet meer naar de individuele eisen gekeken, maar moet gecontroleerd worden of $E_{PTot} / E_{P;adm;tot;nb} \leq 1$;
- controleer of het gebouw op de juiste wijze is ingedeeld in klimatiseringszones, zie paragraaf 3.1;
- controleer of het gebouw op de juiste wijze is ingedeeld in rekenzones, zie paragraaf 3.1.



4.1 Warmteweerstand dichte geveldelen

De oriëntatie van een gebouw, de beschaduwing, het dak en de hellinghoek zijn, ook bij dichte delen, van belang in verband met de benutting van de binnenkomende zonnewarmte. Daarnaast speelt warmteverlies door nachtelijke uitstraling een rol. Hiervoor is met name de helling van de gevels en daken van belang. Deze gegevens moeten dan ook op tekening worden gecontroleerd.

4.1.1 Beschrijving

In alle gebouwen vindt warmteverlies via de gevels, daken en vloeren plaats. De mate waarin dit gebeurt is de afgelopen decennia aanzienlijk verminderd. Gebouwen worden tegenwoordig van een zeer goed pakket aan isolatiemaatregelen voorzien. Bij het warmteverlies door de gebouwschil zijn drie verschillende aspecten van belang:

- warmteverlies via de dichte geveldelen (gevels, vloeren en daken);
- warmteverlies via de transparante geveldelen (ramen en deuren), zie paragraaf 4.2;
- warmteverlies via de aansluitingen (koudebruggen).

In deze paragraaf wordt het warmteverlies via de dichte delen en de koudebruggen besproken. In de volgende paragraaf wordt aandacht besteed aan het warmteverlies via de transparante delen.

Voor dichte geveldelen zoals muurconstructies, vloerconstructies en dakconstructies geeft de warmteweerstand, R_c [$\text{m}^2\text{K}/\text{W}$], de isolatiewaarde van de constructie aan. Hoe hoger de warmteweerstand (dus hoe groter R_c), des te lager zijn de transmissieverliezen. De warmteweerstand van een constructie wordt bepaald door de sommatie van de warmteweerstand van de afzonderlijke onderdelen van de constructie. Bij een gevel zijn dit bijvoorbeeld het binnenspouwblad, het isolatiemateriaal, de spouw en het buitenspouwblad. Verschillende leveranciers beschikken over programma's waarmee de R_c van constructies berekend kunnen worden. De R_c -waarde kan worden omgerekend naar een U-waarde [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$], in de U-waarde wordt naast de R_c -waarde ook rekening gehouden met de overgangsweerstanden. Zie de NEN 1068 en de NPR 2068 voor meer informatie.

Naast de isolatiewaarde van de dichte geveldelen is ook de aanwezigheid van (lineaire) koudebruggen van belang. Alle aansluitingen die in een gevel, dak of vloer aanwezig zijn, kunnen als koudebrug worden beschouwd. Voorbeelden zijn de aansluiting van twee geveldelen op elkaar, de aansluiting van het dak op de gevel, de aansluiting van een kozijn op de gevel, etc. De maat voor het warmteverlies via een koudebrug wordt uitgedrukt in de ψ -waarde [W/mK].

4.1.2 Aandachtspunten toetsing

Dichte delen

Voor de dichte delen zijn de R_c-waarden, oppervlakten, oriëntatie, hellingshoek en beschaduwing van belang.

- Controleer de oriëntatie, hellingshoek en beschaduwing van de vloer, gevels en dak globaal aan de hand van de tekeningen.
- De warmteweerstand van dichte geveldelen wordt in de meeste rekenprogramma's in de EPC-berekening ingevoerd als R_c-waarde [m²K/W]. Ga per gevel na of de juiste begrenzing aangegeven is.
- Controleer de ingevoerde oppervlaktes globaal aan de hand van geveltekeningen.
- Controleer indicatief of de juiste warmteweerstand is ingevuld aan de hand van detailtekeningen. Let op bij hoge R_c-waarden in de berekening in combinatie met geringe isolatiediktes op tekening. Controleer of in dat geval hoogwaardige isolatie toegepast wordt. Let ook op bij houtskeletbouw elementen in combinatie met hoge isolatiewaarden: wordt er een koudebrugonderbreking (isolatielaagje van 20 of 30 mm) bij het stijl- en regelwerk toegepast?
- Ga bij gebouwen met een kruipruimte na of de hoogte van de kruipruimte juist is ingevoerd (hur).

Indicatie relatie R _c -waarde en isolatiedikte (minerale wol)	
Dikte isolatie [mm]	R _c -waarde [m²K/W]
Ca. 120	3.5
Ca. 140	4.0
Ca. 160	4.5

Lineaire koudebruggen

De invloed van de lineaire koudebruggen kan forfaitair worden meegenomen of door middel van de uitgebreide methode.

Bij de forfaitaire methode wordt de invloed van de koudebruggen verdisconteerd in een toeslag op de U-waarde (de rekenprogramma's doen dit over het algemeen automatisch).

Bij de uitgebreide methode wordt het effect van de koudebruggen meegenomen door per koudebrug de lengte l en de warmtedoorgangscoefficiënt ψ in rekening te brengen.

In utiliteitsbouwberoekeningen zal vrijwel altijd gebruik worden gemaakt van de forfaitaire methode omdat er vrijwel geen gegevens van voorbeelddetails beschikbaar zijn.

- Controleer bij gebruik van de forfaitaire methode de volgende gegevens:
 - de omtrek (perimeter) van de begane grondvloer P [m], voor zover de begane grond grenst aan kruipruimte/grond. Als een te kleine P wordt ingevoerd, levert dit een te gunstige EPC-waarde op.
- Controleer bij gebruik van de uitgebreide methode de volgende gegevens:
 - de perimeter van de begane grondvloer P [m];
 - de lineaire warmtedoorgangscoefficienten ψ [W/mK];
 - de lengte van de koudebruggen l [m];
 - ga na of alle koudebruggen zijn ingevoerd (gevel-vloer, gevel-dak, gevel-raam, gevel-deur, gevel-gevel, etc.).

In de NPR 2068 en in de SBR-referentiedetails zijn voorbeelden van ψ -waarden opgenomen.

4.1.3 Aandachtspunten controle bouwplaats

- Tussentijdse controle: controleer de R_c -waarde van de dichte delen door de dikte van het isolatiemateriaal te meten en de λ -waarde van het verpakkingsmateriaal af te lezen en vervolgens indicatief de R_c -waarde te bepalen. Let op bij hoge R_c -waarden in de berekening in combinatie met geringe isolatiediktes op tekening. Controleer of in dat geval ook daadwerkelijk hoogwaardige isolatie toegepast wordt. Let ook op bij houtskeletbouw elementen in combinatie met hoge isolatiewaarden: is er een koudebrugonderbreking (isolatielaagje van 20 of 30 mm) voor het stijl- en regelwerk toegepast?
- Tussentijdse controle: kijk of de isolatie goed aansluit, zowel onderling als op het binnenspouwblad, en ver genoeg doorloopt. Slecht aansluitende isolatie levert een aanzienlijke verlaging van de warmteweerstand op.

U _w : rekenwaarden in het kader van EPG (glas + kozijn)				
Type glas U _{gl} [W/m²K]		Hout of kunststof kozijn U _{fr} = 2.4 [W/m²K]	Metalen kozijn met thermische onderbreking U _{fr} = 3.8 [W/m²K]	Metalen kozijn zonder thermische onderbreking U _{fr} = 7.0 [W/m²K]
Dubbel glas	2.8	2.9	3.3	4.1
HR-glas	2.0	2.3	2.8	3.6
HR+-glas	1.6	2.0	2.5	3.3
HR++-glas	1.2	1.8	2.2	3.0
	1.0	1.6	2.1	2.9
3-voudig	0.9	1.5	2.0	2.8
	0.7	1.4	1.9	2.7

4.2 Warmteweerstand ramen en deuren

4.2.1 Beschrijving

Er zijn verschillende kwaliteiten glas in de handel. De verschillende kwaliteiten worden over het algemeen aangegeven met de onderstaande benamingen. In de tabel zijn eveneens de rekenwaarden aangegeven die in het kader van de EPG (forfaitair, conform de NPR 2068) kunnen worden gehanteerd. De thermische isolatiewaarde van transparante geveldelen bepaalt de mate waarin warmte door dat deel van de constructie naar buiten/binnen kan worden getransporteerd. Onder transparante geveldelen worden verstaan: ramen, deuren en vaste panelen. De isolerende eigenschappen van ramen en

deuren worden uitgedrukt in de U-waarde [W/m²K]. Hoe lager de U-waarde is des te lager zijn de transmissieverliezen. Doordat ramen en deuren uit meerdere onderdelen bestaan (glas en kozijn) is het belangrijk om na te gaan of men spreekt over de U-waarde van het glas of de U-waarde van het raam. In de laatste situatie neemt men de U-waarde van het kozijn ook mee. Onduidelijkheid hierover kan leiden tot aanzienlijke verschillen. Zo bedraagt bij een HR++-beglazing de U-waarde van het raam 1.8 W/m²K, en de U-waarde van het glas 1.2 W/m²K! De (negatieve) invloed van het kozijn is dus aanzienlijk. In de EPC-berekening moet men de U-waarde inclusief de invloed van het kozijn invoeren.

Gebruikelijke waarden voor zontoetredingsfactor	
Glastype	g_{gl}
blank dubbel glas	0.70
warmtereflecterend, niet zonwerend dubbel glas	0.60
zonwerend glas	≤ 0.35
dichte panelen/deuren	0

4.2.2 Warmteweerstand

Voor transparante geveldelen (ramen, deuren en panelen) wordt in de EPC-berekening de warmtedoorgangscoefficiënt U [W/m^2K], de zontoetredingfactor (g- of ZTA-waarde), de hellingshoek ten opzichte van een horizontaal vlak en de beschaduwing ingevoerd. De warmtedoorgangscoefficiënt van ramen, U_w , wordt beïnvloed door het type kozijn (U_{fr}) en de gekozen glassoort (U_{gl}). De U_w -waarde kan uit de bovenstaande tabel worden afgelezen. Ook is het mogelijk om voor ramen met een relatief laag percentage kozijn zelf de U_w -waarde te bepalen. Deze berekening moet dan bij de EPC-berekening zijn gevoegd.

De warmtedoorgangscoefficiënt van deuren, U_d , is afhankelijk van het type deur (wel/niet geïsoleerd) en de verhouding tussen dicht en eventueel transparant deel.

4.2.3 Aandachtspunten toetsing

- Controleer de U -waarden aan de hand van tekeningen en/of bestek.
- Controleer de oppervlaktes grofweg aan de hand van geveltekeningen.
- Controleer bij ramen of U_w (glas en kozijn) is ingevuld en niet U_{gl} (glas).
- Controleer of deuren op de juiste manier zijn ingevoerd. De wijze waarop een deur moet zijn ingevoerd is mede afhankelijk van de verhouding glas/dichte deur, zie NPR 2068.
- Controleer of belemmeringen en/of overstekken op de juiste wijze zijn ingevoerd. Met name galerijen, balkons, terugliggende geveldelen of andere gebouwdelen op hetzelfde perceel kunnen voor veel beschaduwing en dus invloed op de EPC zorgen.

4.2.4 Aandachtspunten controle bouwplaats

- Tussentijdse controle: controleer op de bouw of de toegepaste glassoort en kozijn stroken met de gegevens uit EPC-berekening. Kijk in de spouw van het glas of op stickers voor een type aanduiding.
- Eindcontrole: controleer de aanwezigheid van buitenzonwering en bij utiliteitsbouw daarnaast of het juiste type aanwezig is (handbediend of automatisch).

4.3 Infiltratie

4.3.1 Beschrijving

Onder infiltratie wordt de lucht verstaan die onbedoeld via naden en kieren in de schil van een gebouw naar binnen stroomt.

De grootte van de luchthoeveelheid die door middel van infiltratie een gebouw binnenkomt is afhankelijk van:

- de hoofdafmetingen van het gebouw: bijvoorbeeld hoe hoger het gebouw, hoe hoger de winddruk op de gevel, hoe groter de infiltratie. In de EPC-berekening moeten daarom de hoogte, de breedte en de lengte van het hele gebouw opgegeven worden. Het gaat daarbij om de buitenmaten, eventuele open tussenruimten worden hierbij buiten beschouwing gelaten, zie figuur 6a van de NEN 8088-1:C1;
- het gebouwtype, zie tabel 9 van de NEN 8088. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in gebouwen met kap, met een plat dak en meerlaagse gebouwen met verschillende geveltypen (bijvoorbeeld met een dubbele huidgevel);
- het type ventilatiesysteem;
- de kierdichting: de manier waarop delen die bedoeld zijn om te bewegen (draaiende delen, zoals ramen, deuren en luiken) aansluiten op delen die niet bedoeld zijn om te bewegen. Kierdichting gebeurt doorgaans met behulp van rubber- of EPDM-profielen;
- de naaddichting: de manier waarop delen die niet bedoeld zijn om te bewegen (niet draaiende delen) op elkaar aansluiten. Naaddichting gebeurt met schuimband, compriband, latten,

kit, slabben van DPC, EPDM, rubber of andere folie, en dergelijke;

- de specifieke luchtdoorlatendheid (ook wel luchtdichtheid genoemd) van het gebouw. Deze wordt uitgedrukt in de $q_{v10;spec}$ waarde, de specifieke lucht volumestroom ten gevolge van infiltratie, zie paragraaf 4.3.2.

4.3.2 $q_{v10;spec}$ -waarde

In de energieprestatienorm wordt de luchtdoorlatendheid van gebouwen aangegeven als de specifieke lucht volumestroom ten gevolge van infiltratie per vierkantemeter, ofwel $q_{v10;spec}$ [dm^3/sm^2]. Hoe lager deze waarde, des te beter is de luchtdichtheid en des te kleiner zijn de warmteverliezen.

De $q_{v10;spec}$ -waarde kan forfaitair bepaald worden en hangt dan af van:

- het dak- en gebouwtype: bij een hellend dak zijn meer naden aanwezig, waardoor een hellend dak minder luchtdicht is dan een plat dak. Een vrijstaande woning heeft meer geveloppervlak en dus ook meer kieren en naden waar lucht door naar binnen kan komen.

In afwijking van de forfaitaire methode mag ook een eigen waarde voor $q_{v10;spec}$ gebruikt worden. Voorwaarde hierbij is dat het gebouw onder een kwaliteitsborgingsprocedure gebouwd wordt en dat als onderdeel van die procedure is opgenomen dat

de $q_{v10;spec}$ van het gebouw is vastgelegd en/of wordt gecontroleerd na oplevering van het gebouw (blowerdoortest).

De bepaling en toetsing van de $q_{v10;spec}$ -waarde in het kader van de vergunningsaanvraag is een lastige aangelegenheid.

Het probleem wordt gevormd doordat de $q_{v10;spec}$ -waarde pas bij de voltooiing van het gebouw kan worden bepaald (conform de NEN 2686) en er bij de EPC-berekening al wel een waarde moet worden ingevuld.

4.3.3 Aandachtspunten toetsing

- Controleer of de juiste hoofdafmetingen van het totale gebouw zijn opgegeven.
- Controleer of het juiste gebouwtype is aangehouden.
- Controleer in geval van een opgegeven eigen waarde voor de $q_{v10;spec}$ of er in de kwaliteitsborgingsprocedure inderdaad een procedure/aanpak voor realisatie van de opgegeven luchtdichtheid is opgenomen. Bijvoorbeeld of er steekproefsgewijs controlemetingen plaats zullen vinden, hoe er voor gezorgd wordt dat de uitvoering conform de details plaats gaat vinden, etc.
- Bij twijfel over de opgegeven eigen waarde voor de $q_{v10;spec}$ kan er eventueel een luchtdichtheidsmeting voorgeschreven worden (voor woningen een zogenaamde blowerdoortest, voor utiliteitsgebouwen een luchtdichtheidsbeproeving van een representatief deel van de gevel).

4.3.4 Aandachtspunten controle bouwplaats

- Controleer of het gebouwtype en de bouwwijze overeenkomen met de vergunningsaanvraag.
- Controleer in geval van een opgegeven eigen waarde voor de $q_{v10;spec}$ of er volgens de kwaliteitsborgingsprocedure gewerkt wordt.
- Bij twijfel over de opgegeven luchtdichtheid kan er eventueel een luchtdichtheidsmeting gedaan worden (voor woningen een zogenaamde blowerdoortest, voor utiliteitsgebouwen een luchtdichtheidsbeproeving van een representatief deel van de gevel).

4.4 Thermische capaciteit

Passieve koeling is koeling waarbij geen of minder gebruik wordt gemaakt van een koelinstallatie. De accumulerende eigenschappen van de bouwmassa worden gebruikt voor de koeling. Wanneer in een gebouw veel zware steenachtige wanden en vloeren worden toegepast, kan deze bouwmassa in de zomerperiode worden gebruikt voor passieve koeling.

In de nachtperiode wordt dan het ventilatiesysteem ingeschakeld of wordt spuiventilatie toegepast om de relatief koude buitenlucht door het gebouw te halen. Deze buitenlucht geeft z'n koude af aan de bouwmassa. Gedurende de dagperiode kan de bouwmassa deze koude weer aan de binnenlucht afgeven, waardoor er minder koelenergie is benodigd. In kerken en andere oude gebouwen met zware massieve muren wordt deze methode van passieve koeling al eeuwen toegepast.

Wanneer een woning is ontworpen op het gebruik van zonnewarmte, hetgeen in de koudere periodes veel energiewinst oplevert, bestaat de kans op oververhitting in de zomer. Om dit te voorkomen kan bijvoorbeeld gebruik gemaakt worden van passieve koeling of buitenzonwering.

Forfaitaire waarden specifieke interne warmtecapaciteit D_m	
Bouwtype	D_m [kJ/m²K]
Volledig houtskeletbouw	80
Gemengd licht (licht binnenspouwblad, massieve woningscheidende wand, massieve vloer)	350
Traditioneel, gemengd zwaar (massief binnenspouwblad, massieve woningscheidende wand, massieve vloer)	450



Een dikke laag leemstuc geeft de houten woning massa.

Utiliteitsbouw

Bij utiliteitsgebouwen wordt voor de thermische capaciteit alleen gekeken naar de massa van de toegepaste vloeren. De hoeveelheid werkzame massa van de vloeren kan aanzienlijk worden vergroot door in plaats van een traditioneel verlaagd plafond, een thermisch open plafond toe te passen. Een thermisch open plafond hoeft niet geheel open (geen plafond) te zijn. Wanneer minimaal 15% van de oppervlakte van het plafond open is spreekt men vaak al van een open plafond. Het nadeel van een open plafond is echter wel dat de afzuiging van de verlichtingsarmaturen niet meer via het verlaagde plafond kan worden gerealiseerd. Ieder armatuur zal dan door middel van een flexibele slang aan het afzuigstelsel verbonden moeten worden.

Forfaitaire waarden specifieke interne warmtecapaciteit D_m		
Type vloerconstructie	D_m [kJ/m²K]	
	gesloten plafond	geen/open plafond
licht (hout) < 100 kg/m²	55	55
middel (kanaalplaat) 100 - 400 kg/m²	110	180
zwaar (massief) ≥ 400 kg/m²	180	360
Betonkernactivering	n.v.t.	540

Betonkernactivering is een relatief nieuwe methode waarbij onder andere actief gebruik wordt gemaakt van de massa van de vloerconstructie. De thermische massa wordt door

betonkernactivering beter benut. Dit wordt in de EPC-rekenmethodiek gewaardeerd, doordat de specifieke interne warmtecapaciteit D_m bij toepassing van betonkernactivering de meest gunstige waarde heeft. Voor woningbouw wordt dit systeem (nog) niet gewaardeerd.

In afwijking van bovenstaande forfaitaire waarden mag er ook gebruik gemaakt worden van bijlage H van de NEN 7120 voor het berekenen van de specifieke interne warmtecapaciteit.

4.4.1 Aandachtspunten toetsing

- Het effect van passieve koeling wordt in de EPC-berekening slechts ten dele gehonoreerd. Alleen het gebruik van bouwmassa wordt gewaardeerd, nachtventilatie is geen invoergegeven.
- Controleer of de massa van de constructie juist is ingevoerd. Gekozen kan worden uit:
 - traditioneel gemengd zwaar: massief (massa > 100 kg/m²) binnenspouwblad, massieve woningscheidende wand en massieve vloer;
 - gemengd licht: massieve vloer, licht binnenspouwblad en woningscheidende wand;
 - volledig houtskeletbouw: lichte vloer, licht binnenspouwblad en woningscheidende wand.
- Daarnaast is het zinvol om het volgende punt onder de aandacht te brengen:

Wijs de indieners van woningen met een lichte bouwconstructie op de gevaren van oververhitting. Ook woningen met grote glasoppervlakten op de zonbelaste gevels lopen een groot risico op oververhitting. Geef aan dat men gebruik kan maken van de module 'Indicatie TO', zie paragraaf 17.8 in de NEN 7120. Het maken van een berekening met de 'Indicatie TO' module is in het kader van de vergunningsaanvraag niet verplicht.

Utiliteitsbouw

- Het effect van passieve koeling wordt in de EPC-berekening slechts ten dele gehonoreerd. Alleen het gebruik van bouwmassa en het type plafond worden gewaardeerd, nachtventilatie is geen invoergegeven.
- Controleer of de massa van de vloerconstructie juist is ingevoerd. Gekozen kan worden uit:
 - kleiner dan 100 kg/m² (bijvoorbeeld houtenvloeren, komt vrijwel nooit voor);
 - 100 – 400 kg/m² (bijvoorbeeld lichte kanaalplaatvloeren);
 - groter dan 400 kg/m² (bijvoorbeeld massieve betonvloer of zwaardere kanaalplaatvloeren).
- Controleer of het type plafond juist is ingevoerd. Bij een thermisch open plafond (of geen plafond) kan de bouwmassa die zich boven het verlaagd plafond bevindt, 'meedoen' met de passieve koeling. Wanneer een gesloten (traditioneel) plafond wordt toegepast, is de hoeveelheid werkzame massa kleiner, en kan minder gebruik worden gemaakt van passieve koeling.

Men spreekt van een thermisch open plafond wanneer meer dan circa 15% van de oppervlakte van het plafond open is.

- Controleer bij betonkernactivering of de toepassing daarvan ook terugkomt op tekening en in het installatieontwerp.

4.4.2 Aandachtspunten controle bouwplaats

- Tussentijdse controle: controleer of het juiste type (massieve of lichte) constructies worden toegepast voor de vloeren, binnenspouwbladen en woningscheidende wanden.

Utiliteitsbouw

- Tussentijdse controle: controleer of het toegepaste vloertype overeenkomt met de vergunning.
- Tussentijdse controle: controleer of er betonkernactivering wordt toegepast. Dit is te herkennen aan de aanwezigheid van een leidingnet in de constructieve vloer, bijvoorbeeld te zien bij het storten van de vloeren.
- Eindcontrole: controleer of het juiste type plafond is toegepast: gesloten of geen/open.

4.5 Zomercomfort

Bij afwezigheid van een mechanisch koelsysteem in een gebouw of woning wordt een fictief energiegebruik voor het bereiken van zomercomfort in rekening gebracht. Dit is opgenomen om te bevorderen dat bij het ontwerp van een gebouw aandacht wordt

besteed aan het minimaliseren van de behoefte aan een (achteraf te installeren) mechanisch koelsysteem.

Door het toepassen van zonwerende voorzieningen (buitenzonwering, overstekken of zonwerend glas) en een grote gebouwmassa kan de hoogte van dit fictieve energiegebruik beperkt worden, wat een gunstig effect op de EPC heeft.

4.5.1 Aandachtspunten toetsing

- Controleer of de aan- of afwezigheid van een koelsysteem overeenkomt met de overige stukken van de vergunningsaanvraag.
- Controleer of de aanwezigheid van buitenzonwering en/of overstekken en/of zonwerend glas overeenkomt met de overige stukken van de vergunningsaanvraag.
- Daarnaast is het zinvol om het volgende punt onder de aandacht te brengen:
Wijs bij een hoog energiegebruik voor zomercomfort de indieners van de vergunning op het risico op gebrek aan comfort in de zomer.

4.5.2 Aandachtspunten controle bouwplaats

- Tussentijdse controle: controleer of de aan- of afwezigheid van een koelsysteem overeenkomt met de vergunning.
- Eindcontrole: controleer of de aanwezigheid van buitenzonwering en/of overstekken en/of zonwerend glas overeenkomt met de vergunning.

Installaties

5

5 Installaties



5.1 Verwarming

In een gebouw kunnen één of meer verwarmingssystemen aanwezig zijn. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt naar individuele en collectieve systemen. Bij een woning of een utiliteitsgebouw met een gebruiksoppervlakte van meer dan 500 m² is automatisch sprake van een collectief systeem. Een verwarmingssysteem bestaat uit de onderdelen warmteafgifte, warmtedistributie en warmteopwekking. Daarnaast speelt bij de bepaling van de energieprestatie ook hulpenergie voor verwarming een belangrijke rol, zie paragraaf 5.1.9.

5.1.1 Warmteafgiftesystemen

Beschrijving

Bij het onderscheid naar verschillende warmteafgiftesystemen spelen diverse aspecten een rol. Allereerst het transportmedium waarmee de warmte wordt getransporteerd. Daarnaast zijn het temperatuurniveau van de warmte en de wijze waarop de warmte aan de omgeving wordt afgegeven van belang. In het navolgende worden deze verschillende aspecten kort besproken.

- Transportmedium en wijze van afgifte: onderscheid wordt gemaakt tussen watervoerende systemen en luchtvoerende systemen. Voorbeelden van een watervoerend systeem zijn radiatoren verwarming, vloerverwarming, wandverwarming, convectoren, etc. Onder een systeem met lucht wordt

bijvoorbeeld een centraal opgestelde luchtbehandelingskast verstaan. In de meeste utiliteitsgebouwen wordt zowel van water als van lucht als transportmedium gebruik gemaakt. Hierbij valt te denken aan gebouwen met gebalanceerde ventilatie (= verwarmde en/of gekoelde lucht) in combinatie met radiatoren aan de gevel (= water).

- Temperatuurniveau: het type afgiftesysteem bepaalt in grote mate de gewenste ontwerpaanvoertemperatuur en ontwerpretourtemperatuur. De ontwerpaanvoertemperatuur is de temperatuur van het medium dat het warmte-opwekkingssysteem verlaat. De ontwerpretourtemperatuur is de temperatuur van het medium op het moment dat het warmteopwekkingssysteem weer in gaat. Bij vloerverwarming mag de aanvoertemperatuur bijvoorbeeld niet te hoog zijn omdat dan comfortklachten (te warme voeten) kunnen ontstaan. In zulke situaties zal gebruik worden gemaakt van een lage temperatuur verwarmingssysteem (LTV-systeem). Met name warmtepompen en HR-ketels zijn geschikt om te gebruiken in situaties waarin een lage aanvoertemperatuur is gewenst. Deze toestellen hebben over het algemeen bij een lage aanvoertemperatuur zelfs een beter rendement dan bij een hoge aanvoertemperatuur.

Opwekkingstoestel	Verwarmingslichaam			
	Vloer/wand	Vloer/wand + radiatoren	Overig (bijvoorbeeld radiatoren)	
Aanvoertemperatuur:	LT	LT	LT	HR
Collectieve of individuele HR-(combi)ketel	x	x	x	x
Warmtekracht				x
Warmtelevering door derden				x
Zonneboilercombi	x	x	x	
Collectieve of individuele warmtepomp	x	x	x	

De gekleurde hokjes geven de voor de hand liggende combinaties aan (blauw voor LTV-systemen, roze voor HTV-systemen). Bij warmtepompen worden zes temperatuurniveaus onderscheiden voor de aanvoertemperatuur Θ_{sup} . Dit zijn allen LTV-systemen.

Lage temperatuur (LT) verwarming is ten opzichte van hoge temperatuur (HT) verwarming comfortabel en energiezuinig. Er wordt bij een lagere binnenluchttemperatuur eenzelfde comfort ervaren. Vloer- en/of wandverwarmingssystemen hebben ten aanzien van radiatoren een aantal voordelen: ze zijn behaaglijk, stofcirculatie wordt beperkt (gunstig voor carapatiënten) en schoonmaken is eenvoudiger. Nadeel is dat deze systemen een lange opwarmtijd hebben en dat in het gebouw rekening moet worden gehouden met de locatie van de leidingen in de wand en/of vloer (bijvoorbeeld bij het ophangen van een schilderij). De keuze van het opwekkingstoestel wordt mede bepaald door de keuze voor lage of hoge temperatuur verwarming.

Indeling HT- en LT systemen			
Indeling	Gemiddelde ontwerptemperatuur warmteafgifte °C	Aanvullende voorwaarden	Voorbeelden θ_{sup} / θ_{ret}
HT	$\theta_{em,avg} > 50$	-	90/70, 80/60, 70/50 Radiatoren en/of convectoren eventueel aangevuld met vloer- en wandverwarming en betonkernactivering
HT	$\theta_{em,avg} \leq 50$	Systeem met menginjectie met pomp in afgiftesysteem, zonder retourbegrenzing	90/70, 80/60, 70/50 Alle systemen waaronder vloer- en wandverwarming en betonkernactivering gecombineerd met HT- of LT-radiatoren en/of convectoren
LT	$\theta_{em,avg} \leq 50$	Systeem met menginjectie met pomp in afgiftesysteem, met retourbegrenzing	70/30, 60/40, 55/45 Alle LT-systemen waaronder vloer- en wandverwarming en betonkernactivering, eventueel gecombineerd met LT-radiatoren en/of convectoren
LT	$\theta_{em,avg} \leq 50$	Direct systeem zonder menginjectie (water van de warmteopwekker wordt rechtstreeks toegevoerd aan het gehele afgiftesysteem)	60/40, 55/45, 45/38 Alle LT-systemen waaronder vloer- en wandverwarming en betonkernactivering, eventueel gecombineerd met LT-radiatoren en/of convectoren

$\theta_{em,avg}$ is het gemiddelde van de ontwerpaanvoer- en ontwerpretourtemperatuur voor de warmteafgifte

θ_{sup} is de ontwerpaanvoertemperatuur van het water van het warmteopwekkingssysteem ten behoeve van ruimteverwarming

θ_{ret} is de ontwerpretourtemperatuur van het water van het warmteopwekkingssysteem ten behoeve van ruimteverwarming

Relaties met andere installaties

Het ligt voor de hand het warmte-afgiftesysteem en het type opwekkingstoestel op elkaar af te stemmen (zie bovenstaande tabel). Bij externe warmtelevering en gebouwgebonden warmtekracht wordt veelal warmte van 70-100°C afgeleverd. Wanneer dit gecombineerd wordt met een lage temperatuur verwarmingssysteem moet de hoogwaardige warmte eerst worden afgekoeld tot een lager niveau. Dat is niet logisch. Een zonneboilercombi en een warmtepomp worden vrijwel altijd alleen toegepast in combinatie met een lage temperatuur verwarmingssysteem.



Deze wand wordt voorzien van wandverwarming.

Afgifte- en distributierendement

Bij een warmte-afgiftesysteem is sprake van een afgiffterendement. Het afgiffterendement wordt bepaald door het type verwarmingslichaam, de gemiddelde ontwerptemperatuur ($\theta_{em;avg}$) van het verwarmingssysteem en door de hoogte van de ruimte in de rekenzone. Bij woningen is het afgiffterendement daarnaast afhankelijk van de aanwezigheid van een regeling voor de warmteafgifte, en bij collectieve verwarmingssystemen van de aanwezigheid van individuele bemetering. Van een regeling is onder andere sprake bij aanwezigheid van een kamerthermostaat of thermostatische ventielen.

Voor het type verwarmingslichaam wordt onderscheid gemaakt naar 'vloer en/of wandverwarming en/of betonkernactivering', 'radiatoren en/of convectoren' of 'luchtverwarming'. Ook is een combinatie van deze drie opties mogelijk. Bij woningen gaat het hierbij alleen om het type verwarmingslichaam in de woonkamer, of – indien de rekenzone geen woonkamer bevat – in de ruimte met de grootste gebruiksoppervlakte.

De gemiddelde ontwerptemperatuur ($\theta_{em;avg}$) bij HR-ketels respectievelijk de ontwerpaanvoertemperatuur (θ_{sup}) bij warmtepompen hebben gevolgen voor het opwekkingsrendement van het toestel. Hoe lager de ontwerptemperatuur, des te hoger het opwekkingsrendement.

Bij de hoogte van de ruimte in de rekenzone wordt er alleen een onderscheid gemaakt tussen ruimten met een hoogte van maximaal 8 meter en ruimten van 8 meter of hoger. Het afgifiterendement is lager bij hogere ruimten.

Naast het warmte-afgifterendement is ook het distributierendement van belang voor het rendement van een verwarmingssysteem. In het distributierendement worden de warmteverliezen van het distributiesysteem binnen het gebouw en buiten het gebouw op het eigen perceel in rekening gebracht. Deze worden afhankelijk van het verwarmingssysteem automatisch bepaald.

Utiliteitsbouw

Bij utiliteitsbouw is het systeemrendement ook een maat voor de energieverspilling die optreedt door het tegelijkertijd verwarmen en koelen en de optredende energieverliezen door warmte- en koudetransport binnen een gebouw. Systeemrendementen zijn bij utiliteitsbouw dus ook afhankelijk van het type warmte- en/of koudetransport en de aan- of afwezigheid van een individuele regeling voor verwarming.

Aandachtspunten toetsing

- Controleer of de gekozen verwarmingslichamen passen bij de aanvoertemperatuur. Bij woningen hoeft hierbij alleen naar de verwarmingslichamen in de woonkamer gekeken te worden,

of als er meerdere rekenzones in een woning zijn, naar de verwarmingslichamen in de grootste ruimte van elke rekenzone.

- Controleer of de hoogte van de ruimten in elke rekenzone juist is ingevoerd (< 8 m of ≥ 8 m).
- Controleer bij woningen of er een regeling voor de verwarming en in geval van een collectieve verwarmingsinstallatie of er individuele bemetering is opgenomen in het installatietechnische ontwerp.
- Controleer in het installatietechnische ontwerp de ontwerpaanvoer- en de ontwerpreturntemperatuur. Met name bij LT- verwarmingssysteem is dit van belang.
- Als er gekozen is voor een LT-verwarmingssysteem controleer dan in het installatietechnische ontwerp of er ook een LT-afgiftesysteem wordt toegepast, zoals bijvoorbeeld vloerverwarming, klimaatplafonds of betonkernactivering. Als er gedeeltelijk radiatoren of convectoren worden toegepast, controleer dan in het installatietechnische ontwerp of dit LT-radiatoren (dat wil zeggen vergrote radiatoren) zijn.
- Controleer of de typen transportmedium voor warmte (en koude) juist zijn ingevoerd. Het foutief invoeren van deze media levert een foutieve EPC. De invloed op het eindresultaat kan aanzienlijk zijn.
- Controleer bij utiliteitsbouw of er sprake is van individuele regeling op verwarming, en zo ja of dit in het installatietechnische ontwerp is opgenomen. Dit is het geval als de gebruikers van het pand op vertrekniveau het klimaat kunnen beïnvloeden.

Aandachtspunten controle bouwplaats

- Eindcontrole: als er gekozen is voor een LT-verwarmingssysteem controleer dan op de bouwplaats of er ook een LT-afgiftesysteem wordt toegepast, zoals bijvoorbeeld vloerverwarming, klimaatplafonds of betonkernactivering. Als er gedeeltelijk radiatoren of convectoren worden toegepast, controleer dan op de bouwplaats of dit LT-radiatoren (dat wil zeggen vergrote radiatoren) zijn. Bij woningen gaat het hierbij om het afgifte-systeem in de woonkamer.
- Eindcontrole: controleer bij woningen of er een regeling voor de verwarming en in geval van een collectieve verwarmingsinstallatie of er individuele bemetering is aangebracht.
- Eindcontrole: controleer bij utiliteitsbouw of er sprake is van individuele regeling op verwarming. Dit is het geval als de gebruikers van het pand op vertrekniveau het klimaat kunnen beïnvloeden.

5.1.2 CV-ketels

Bij centrale verwarming verwarmt een gasgestookte ketel, de CV-ketel, water of lucht ten behoeve van ruimteverwarming. CV-ketels kunnen individueel (elke woning een eigen ketel), dan wel collectief worden toegepast. Er zijn gesloten toestellen, waarbij lucht van buiten de woning mechanisch wordt aangezogen en open toestellen, waarbij verbrandingslucht wordt aangezogen uit de ruimte waar het toestel staat. Vrijwel alle ketels zijn tegenwoordig gesloten toestellen. De meeste moderne ketels zijn traploos modulerend, dat wil zeggen dat de warmteafgifte van de ketel wordt afgestemd op de warmtevraag, waardoor geen energie wordt verspild.

CV-ketels kunnen water of lucht verwarmen. Bij warmwater-verwarming wordt met behulp van een circulatiepomp water naar de te verwarmen ruimten gepompt. Via radiatoren, convectoren, wand- en/of vloerverwarming wordt de warmte afgegeven. Een CV-ketel die lucht verwarmt heet een 'direct gestookte luchtverwarmer'. Bij luchtverwarming wordt warme lucht in de te verwarmen ruimten geblazen. Dit type verwarming wordt uit comfort overwegingen weinig meer toegepast. Wanneer in een ketel tevens tapwater wordt verwarmd is er sprake van een combiketel. Een zonneboilercombi is een bijzondere variant hierop.

Utiliteitsbouw
CV-ketels kunnen enkelvoudig, dan wel geschakeld worden toegepast (cascade opstelling). Dit laatste wordt meestal gedaan ter vergroting van de bedrijfszekerheid.

Opwekkingsrendement
Het opwekkingsrendement van de ketel wordt bepaald door het type ketel (collectief/individueel, CR-,VR-, HR-ketel) en e temperatuur van het water dat de ketel verlaat (θ_{sup}).
In de EPC-berekening wordt uitgegaan van het rendement op bovenwaarde (altijd ≤ 1.0). In de berekening kan gebruik worden gemaakt van forfaitaire waarden. Wanneer hogere rendementen zijn opgenomen, moeten deze worden onderbouwd met een kwaliteits- of een gelijkwaardigheidsverklaring.

Doorgaans zal een toestel zijn voorzien van één of meerdere Gaskeur-labels. Het hiernaast getoonde label is van een zeer zuinige combi-ketel met een verwarmingsrendement van tenminste 1.07 op onderwaarde (HR-107) en een zeer hoog warmwater-rendement (HR_{ww}). De warmwatervoorziening is van CW-toepassingsklasse 3 en het toestel is tevens geschikt als naverwarmer in een zonneboilersysteem (NZ). Uit het SV-label blijkt tenslotte dat door de schonere verbranding de NO_x-emissie zeer laag is.



Type ketel	Label	Verklaring gaskeurlabel op de ketel
VR-ketel	Gaskeur	Basislabel; rendement op onderwaarde: ≥ 0.885
HR-ketel	HR	Hoog Rendement verwarming
HR-100		Rendement op onderwaarde: 1.00-1.04
HR-104		Rendement op onderwaarde: 1.04-1.07
HR-107		Rendement op onderwaarde: 1.07-1.10
HR-combiketel	HRww	Hoog Rendement warm water; het toestel voor tapwaterverwarming heeft een zeer hoog rendement: gecombineerd met HR-label: ≥ 0.75
(HR/VR) combi-ketel	CW	Comfort Warmwater; het toestel voor tapwaterverwarming heeft een behoorlijk rendement: gecombineerd met HR-label: ≥ 0.67
CO-/NOx-arme ketel	SV	Schonere Verbranding: uitstoot CO ≤ 160 ppm (alle toestellen) uitstoot NOx ≤ 40 ppm voor toestellen ≤ 31.5 kW uitstoot NOx ≤ 60 ppm voor toestellen van 31.5-600 kW
Zonneboiler (combi)	NZ	Naverwarming Zonneboilers; het toestel is geschikt als naverwarmer bij een zonneboiler; warmwatertemperatuur $\geq 60^{\circ}\text{C}$

Forfaitaire opwekkingsrendementen als hoofdverwarming				
Type ketel	Individueel (preferent toestel) (geplaatst binnen EPC-begrenzing)		Collectief	
	LT	HT	LT	HT
Conventioneel	0.75	0.75	0.70	0.70
VR-ketel 0.80	0.80	0.80	0.75	0.75
HR-100 ketel	0.925	0.90	0.875	0.85
HR-104 ketel	0.95	0.925	0.90	0.875
HR-107 ketel	0.975	0.95	0.925	0.90

Relaties met andere installaties

Een CV-ketel kan alleen of in combinatie met vrijwel ieder ander toestel voor verwarming worden gebruikt.

Ook voor warmtapwater kunnen vrijwel alle toestellen worden ingezet. Voor zowel warmtapwater als verwarming geldt dat een combinatie met stadsverwarming niet logisch is in verband met het ontbreken van een gasaansluiting bij dergelijke systemen. In een combiketel wordt de opwekking voor verwarming en warmtapwater gecombineerd. Collectieve CV-combiketels komen weinig voor in verband met de lange wachttijden voor warmtapwater.

Aandachtspunten toetsing

- Er zijn drie typen CV-ketels: conventionele-(CR), verbeterd rendement-(VR) en hoog rendement-(HR)ketels. Bij nieuwbouw worden vrijwel alleen nog HR-ketels geplaatst.
- CV-ketels kunnen van één of meer gaskeurlabels zijn voorzien. Het SV- en NZ-label hebben geen effect op de EPC. Controleer op de bouw of de invoergegevens bij de EPC-berekening kloppen met de labels op de CV-ketel.
- Fabrikanten geven meestal onderwaarden van opwekkingsrendementen op, terwijl in de EPC-berekening wordt uitgegaan van de bovenwaarde. Bij het rendement op bovenwaarde wordt de warmte die vrijkomt bij de condensatie van de waterdamp in rookgas wel meegeteld, in tegenstelling tot het rendement op onderwaarde. HR-ketels maken juist gebruik van deze condensatiewarmte. Het gevolg is dat

HR-ketels, uitgaande van de onderwaarde, rendementen van boven de 100% hebben. Het rendement op bovenwaarde komt globaal overeen met 0,9 x het rendement op onderwaarde.

- Controleer of de juiste rendementen zijn gehanteerd.
- Bij open verbrandingstoestellen moet de opstelruimte van de cv-ketel voldoende worden geventileerd. Bij nieuwbouw komen open verbrandingstoestellen niet veel meer voor.
- Vaak wordt voor een ketel een kwaliteitsverklaring voor het hulpenergiegebruik en het rendement voor tapwater gebruikt. Ga na of de juiste waarden van deze verklaringen overgenomen zijn in de berekening.

Aandachtspunten controle bouwplaats

- Eindcontrole: controleer het type aan de hand van het Gaskeurlabel op het toestel.
- Eindcontrole: als gebruik gemaakt is van een kwaliteitsverklaring: ga na of het juiste toestel is geplaatst.

5.1.3 Gebouwgebonden warmtekracht en microWKK*Beschrijving*

Een micro- of een warmtekrachtinstallatie (verder WKK genoemd) levert zowel warmte als elektriciteit. In een (micro)WKK wordt een generator aangedreven door gas te verbranden. Deze generator wekt elektriciteit op. De warmte die vrijkomt bij de verbranding wordt gebruikt voor het verwarmen van CV-water, warm tapwater en eventueel de aandrijving van een absorptiekoelmachine.

De opgewekte elektriciteit wordt zo veel mogelijk benut voor het eigen gebruik. Het resterende deel kan in de meeste gevallen aan het elektriciteitsnet worden teruggeleverd.

Aangezien de WKK in de meeste gevallen alleen wordt gebruikt als er een warmtebehoefte is, zal in de periode buiten het stookseizoen elektriciteit van het elektriciteitsnet moeten worden ingekocht.

Warmtekracht kan zowel op gebouwniveau (gebouwgebonden WKK) als op clusterniveau worden toegepast, waarbij de clusters kunnen variëren van blok tot wijk. Er is dan sprake van warmtelevering door derden (zie ook paragraaf 5.1.7).

Voor individuele woningen zijn inmiddels zogenoemde micro-WKK-units ontwikkeld. Deze komen nog niet veel voor, maar zijn wel in opmars. In een micro-WKK wordt een kleine stirling-motor gebruikt om een dynamo aan te drijven. De ontwikkeling van micro-WKK is nog in volle gang. Naast de ontwikkeling van de stirling micro-WKK, worden er ook micro-WKK-units met een verbrandingsmotor ontwikkeld. In het najaar van 2010 is de HRe-ketel op de markt gekomen. Dit is een microWKK gecombineerd met een HR(combi)ketel in één toestel. Een HRe-ketel is geschikt voor toepassing in een enkele woning.



Een micro-WKK kan een enkele woning van energie voorzien.

De warmtekrachtinstallaties zijn vanaf mini-WKK (2-20 kWe) tot gasmotoren (150-1000 kWe) en gasturbines (150-100.000 kWe) met name geschikt in woongebouwen.

Gebouwgebonden warmtekracht wordt altijd (m.u.v. microWKK) gecombineerd met minimaal één ander toestel (bijvoorbeeld een HR100-ketel). Dit om op momenten dat er geen elektriciteitsvraag is toch warmte te kunnen leveren.

Utiliteitsbouw

In utiliteitsgebouwen komt men WKK voornamelijk tegen in gebouwen waar de elektriciteitsvraag hoog is, bijvoorbeeld ziekenhuizen en zwembaden. Deze gebouwen voorzien met behulp van de WKK voor het grootste deel in hun eigen elektriciteitsgebruik, met als nuttige bijkomstigheid de geleverde warmte. Voor de momenten dat er een piek in de elektriciteitsvraag optreedt zal in veel gevallen nog wel gebruik worden gemaakt van de capaciteit van het openbare elektriciteitsnet. Om te voorkomen dat op momenten met een lage elektriciteitsvraag de WKK aangezet moet worden voor

het leveren van warmte, wordt de WKK veelal gecombineerd met een CV-ketel. De CV-ketel kan dan op momenten van een lage elektriciteitsvraag toch in de warmtebehoefte voorzien (bijvoorbeeld in de nachtperiode).

Opwekkingsrendement

Bij toepassing van gebouwgebonden WKK moet het thermisch ($\epsilon_{\text{chp;th}}$) en elektrisch ($\epsilon_{\text{chp;el}}$) omzettingsgetal opgegeven worden. De forfaitaire waarden hiervoor zijn opgenomen in de onderstaande tabel.

Elektrisch vermogen P_{el} van WKK	$\epsilon_{\text{chp;th}}$	$\epsilon_{\text{chp;th}}$	$\epsilon_{\text{chp;el}}$
	LT	HT	-
$P_{\text{el}} \leq 2 \text{ kW}$ (=micro-WKK)	0.86	0.86	0.05
$P_{\text{el}} \leq 2 \text{ kW}$ (=micro-WKK) met HRe label*	0.83	0.83	0.10
$2 \text{ kW} < P_{\text{el}} \leq 20 \text{ kW}$	0.57	0.55	0.28
$20 \text{ kW} < P_{\text{el}} \leq 200 \text{ kW}$	0.51	0.49	0.30
$200 \text{ kW} < P_{\text{el}} \leq 500 \text{ kW}$	0.52	0.50	0.32
$500 \text{ kW} < P_{\text{el}} \leq 1000 \text{ kW}$	0.46	0.44	0.35
$1000 \text{ kW} < P_{\text{el}} \leq 25 \text{ MW}$	0.41	0.39	0.37

Voor een micro-WKK mogen eigen waarden gebruikt worden voor het thermisch en elektrisch omzettingsgetal. Dit dient dan wel te zijn bepaald conform de methode uit bijlage F van de NEN 7120.

Relaties met andere installaties

Het ligt voor de hand WKK te combineren met een hoge temperatuur verwarmingssysteem. Een WKK wordt altijd in combinatie met andere toestellen gebruikt.

Een logische combinatie is een WKK met een HR-(combi)ketel. Een HRe-ketel heeft deze combinatie zelfs in één toestel.

Minder logisch (maar wel mogelijk) is het om een WKK te combineren met een warmtepomp, omdat een warmtepomp zich juist leent voor een lage temperatuur verwarmingssysteem. Een combinatie met warmtelevering door derden ligt niet voor de hand, maar kan eventueel wel.

Voor de verwarming van het warmtapwater zal in de meeste situaties gekozen worden voor een afzonderlijk gasgestookt toestel of eventueel een warmtepompboiler.

Aandachtspunten toetsing

- In de EPC-rekenmethodiek wordt onderscheid gemaakt tussen gebouwgebonden warmtekracht en warmtelevering door derden. Controleer of de invoer in de berekening klopt met de daadwerkelijke situatie:
 - bij gebouwgebonden warmtekracht wordt de warmtelevering beperkt tot levering aan (een) gebouw(en) op eigen perceel en worden altijd hulptoestellen ('niet preferent') gebruikt;
 - in andere gevallen is er sprake van warmtelevering door derden (zie paragraaf 5.1.7).
- Controleer bij toepassing van een micro-WKK met HRe-label of er in het installatietechnisch ontwerp inderdaad een micro-WKK met HRe-label is opgenomen en of dit label ook is bijgevoegd.
- Het rendement van een WKK is afhankelijk van het temperatuurniveau van het afgiftesysteem. Controleer of het juiste afgiftesysteem voor verwarming (LT of HT) in de berekening is ingevoerd.
- Een WKK kan voor zowel ruimte- als tapwaterverwarming worden gebruikt.
- Wanneer er bij het onderdeel verwarming sprake is van 'meerdere toestellen', moet bij toepassing van een WKK aangegeven zijn dat het 'preferente toestel' de WKK is, en het 'niet-preferente toestel' bijvoorbeeld een VR- of HR-ketel.

- Ga na of de thermische (!) vermogens van zowel het preferente als het niet-preferente toestel zijn ingevoerd. Let op: het thermische vermogen is niet hetzelfde als het elektrische vermogen. Uit de specificaties van de (micro)WKK moet blijken wat het thermische en elektrische vermogen is.
- Controleer of de juiste categorie WKK is gehanteerd, microWKK (<2 kWe) mini-WKK (2-20 kWe), gasmotor (150-1000 kWe) of gasturbine (150-100.000 kWe). Afhankelijk van de categorie verschilt het elektrische en thermische rendement.

Aandachtspunten controle bouwplaats

- Controleer op de bouwplaats of het afgiftesysteem voor verwarming (LT of HT) overeenkomt met de vergunning.
- Controleer op de bouwplaats of er inderdaad een micro-WKK met HRe-label geplaatst is, als dit in de vergunning is aangegeven.
- Controleer of het nominale vermogen van de toegepaste WKK overeenkomt met de vergunning.

5.1.4 Warmte- en koudeopslag in de bodem

Beschrijving

Seizoensopslag of warmte- en koudeopslag in de bodem is een milieuvriendelijk alternatief bij nieuwbouw of renovatie van grotere gebouwen. Koude, in de winter in de vorm van koude buitenlucht of koud oppervlaktewater ruimschoots voorhanden, kan in de bodem worden opgeslagen en 's zomers worden benut

voor de koeling van het gebouw. Andersom kan de warmte van de zomer in de bodem worden opgeslagen en in de winter worden benut om te verwarmen. Een dergelijk energieopslagsysteem bestaat uit één of meerdere koude en warme bronnen in de bodem. Deze bronnen (aquifers) bevinden zich in een watervoerende zandlaag in de grond. Deze (natuurlijke) laag is aan de boven- en onderzijde afgesloten door een waterdichte kleilaag. Aquifers bevinden zich op een diepte van 50 tot 300 meter, afhankelijk van de bodemgesteldheid.

Seizoensopslagsystemen worden in de meeste gevallen toegepast uit het oogpunt van de positieve effecten op het energiegebruik voor koeling. Dat het systeem ook in de winterperiode gebruikt kan worden is een bijkomend effect. De werking van het systeem in de zomerperiode staat beschreven in paragraaf 5.4.5.

In de winterperiode wordt de seizoensopslag gebruikt om de koude bron op te laden en tegelijkertijd om het gebouw te verwarmen. Hiertoe wordt het grondwater uit de warme grondwaterbron opgepompt. Dit relatief warme water geeft z'n warmte via een warmtewisselaar af aan het 'warm'-watercircuit in het gebouw. Dit warme water wordt vervolgens gebruikt om het gebouw te verwarmen. Bij dit proces koelt het warme water af, zodat het koud geworden water, via de warmtewisselaar, gebruikt kan worden voor het opladen van de koude bron. Via een ingenieus overdrachtsysteem wordt de koude van de buitenlucht dus in de bodem gestopt. In de zomer kan deze koude vervolgens worden gebruikt voor het koelen van het gebouw.

De warmte uit de warme bron zorgt er in de basis voor dat het gebouw wordt verwarmd. Voor de noodzakelijke naverwarming zal een verwarmingstoestel, bijvoorbeeld een warmtepomp of een HR-ketel moeten worden gebruikt.

Het is energetisch gunstig om de warmte van het warme water uit de bodem te gebruiken als ‘bron’ voor een warmtepomp. Dit levert een hoog rendement op voor verwarming. Er is dan sprake van een warmtepomp met als bron een aquifer (zie paragraaf 5.1.5).

Opwekkingsrendement

Seizoensopslag is met name interessant in verband met het hoge opwekkingsrendement voor koeling. Voor verwarming is het vooral interessant om de seizoensopslag te combineren met een warmtepomp. In de EPC-berekening is dan sprake van een ‘warmtepomp met als bron een aquifer’, zie voor rendementen paragraaf 5.1.5.

Relaties met andere installaties

Wanneer seizoensopslag wordt toegepast zal in veel gevallen gebruik worden gemaakt van hoge temperatuur koeling en lage temperatuur verwarming. Bij de dimensionering van de koude- en warmteafgiftesystemen (koelplafonds, radiatoren, wand/vloerverwarming, betonkernactivering) zal hier rekening mee moeten worden gehouden.

Daarnaast kan seizoensopslag met vrijwel alle andere systemen worden toegepast. Door de technische complexiteit zal uitgebreid stil moeten worden gestaan bij de keuze van de juiste regelsystemen.

Aandachtspunten toetsing

- Niet alle locaties in Nederland zijn geschikt voor seizoensopslag. In Zuid-Limburg en de Achterhoek zijn geen geschikte aquifers in de bodem aanwezig, zodat seizoensopslag daar vaak niet mogelijk is.
- Seizoensopslag is een vrij complex systeem. In de meeste gevallen zijn bij een dergelijk project niet alleen een architect en een installateur betrokken, maar ook een adviseur die gespecialiseerd is in dergelijke systemen.
- Bij seizoensopslag in combinatie met een warmtepomp zal sprake zijn van lage temperatuurverwarming. Controleer of dit in het installatietechnische ontwerp is opgenomen.

Aandachtspunten controle bouwplaats

- Controleer op de bouwplaats of er bij seizoensopslag in combinatie met een warmtepomp lage temperatuurverwarming wordt toegepast.

5.1.5 Warmtepompen

Beschrijving

Warmtepompen worden gebruikt om relatief laagwaardige warmte om te zetten naar een hoogwaardiger energieniveau.

Een warmtepomp heeft dus altijd een bron met een bepaald temperatuurniveau nodig die gebruikt kan worden als beginpunt van het proces.

Bronnen met een relatief laag temperatuurniveau waaruit warmte kan worden onttrokken zijn natuurlijke bronnen zoals buitenlucht, oppervlaktewater, grondwater (aquifer) of bodem.

Ook kan restwarmte worden benut uit bijvoorbeeld afvalwater en ventilatie-retourlucht. Warmte uit ventilatie-retourlucht wordt meestal alleen voor tapwaterverwarming gebruikt (zie paragraaf 5.3.9), maar kan eventueel in combinatie met een ander verwarmingstoestel ook voor ruimteverwarming worden gebruikt (hybride warmtepompen).

Er zijn verschillende systemen op de markt: sommige systemen maken gebruik van een verticale bodemwisselaar, andere systemen hebben juist een horizontale bodemwisselaar. Ook zijn er heipalen op de markt die gebruikt worden als collector. Voor de EPC-berekening dienen deze te worden beschouwd als 'bodem'. Maar ook gewone buitenlucht of oppervlaktewater kunnen als bron gebruikt worden. En er bestaan systemen die de warmte uit een zonnecollector gebruiken als bron. Voor grote gebouwen is een aquifer een geschikte bron, zie paragraaf 5.1.4.

Overigens geldt dat hoe hoger de temperatuur van de bron is, hoe hoger het rendement van de warmtepomp is. Bij de keuze van het type bron moet echter altijd worden gekeken naar de aanwezigheid en mate van beschikbaarheid van de bron. In gebouwen met een minimale ventilatiehoeveelheid zal de ventilatie-retourlucht onvoldoende capaciteit bieden om de warmtepomp van voldoende energie te voorzien. In die gevallen zal naar een ander bronsysteem moeten worden uitgeweken.

Wanneer de warmtepomp de warmte op het juiste temperatuurniveau heeft gebracht, kan deze warmte direct worden gebruikt voor de verwarming van het gebouw, of tijdelijk in een buffervat worden opgeslagen. De temperatuur die de warmtepomp aan het verwarmingssysteem kan leveren is over het algemeen lager dan de temperatuur van het water van een gewone CV-ketel. Hierdoor is de warmtepomp bij uitstek geschikt om te gebruiken in combinatie met lage temperatuur verwarming.

Een warmtepomp kan elektrisch of gasgestookt worden aangedreven (gasgedreven). Daarnaast kan nog het onderscheid collectieve / individuele warmtepompsystemen worden gemaakt. Onder een collectieve warmtepomp wordt in dit geval een warmtepomp verstaan die voor meerdere woningen of gebouwen gebruikt wordt (bijvoorbeeld in een woongebouw). Om de investeringskosten te beperken, wordt met name bij woningen vaak gekozen voor een collectieve warmtepomp, of voor een collectieve bron met individuele warmtepompen.

Door het proces dat zich in de warmtepomp afspeelt wordt warmte aan de bron onttrokken. Dit heeft tot gevolg dat de temperatuur van de bron wordt verlaagd!

In de zomer kan het omgekeerde proces plaatsvinden en kan het warmtepompsysteem worden gebruikt om te koelen. Let op: niet alle warmtepompen zijn hiervoor geschikt, en daarnaast zal de regeltechniek van het verwarmings- en koelsysteem hierop moeten worden aangepast.

Warmtepompen die gebruik maken van een aquifer of de bodem als bron worden inmiddels veelvuldig toegepast. Voordeel van deze systemen is dat de warmtepomp in combinatie met de aquifer in de zomerperiode voor de koeling van het gebouw zorg kan dragen. Voor meer informatie over dit type systeem zie paragraaf 5.1.4 en paragraaf 5.4.5.

Opwekkingsrendement

Het opwekkingsrendement van een warmtepomp wordt bepaald door het type warmtepomp, de gebruikte warmtebron en de temperatuur van het water dat de warmtepomp verlaat (θ_{sup}). Het opwekkingsrendement van warmtepompen wordt meestal aangegeven met de COP-waarde (Coëfficiënt of Performance). Dit is de verhouding tussen de afgegeven energie en de opgenomen energie. Net als bij 'gewone' rendementen geldt ook hier des te hoger de COP, des te minder energie er wordt verbruikt. Het verschil is echter dat de rendementen van warmtepompen vaak groter dan 1 zijn. Dit komt doordat de energie-inhoud van de bron

van de warmtepomp niet meegerekend wordt in het rendement, terwijl deze energie-inhoud wel bijdraagt.

In de NEN 7120 zijn verschillende forfaitaire rendementen voor zowel elektrische als gasmotorgedreven warmtepompen opgenomen. Wanneer in een EPC-berekening hogere rendementen zijn opgenomen of wanneer sprake is van een absorptiewarmtepomp, moeten deze worden onderbouwd met een gelijkwaardigheids- of een kwaliteitsverklaring.

Relaties met andere installaties

Het is mogelijk om een warmtepomp te combineren met een ander verwarmingstoestel, bijvoorbeeld een HR-ketel. De warmtepomp moet dan als preferent toestel aangegeven worden en het andere toestel als niet preferent. In de meeste gevallen zal hier niet voor worden gekozen vanwege het ontbreken van een gasaansluiting in woningen met een elektrische warmtepomp. In woningen wordt daarom vaak een warmtepomp met elektrische bijstook toegepast.

Voor warmtapwater behoren combinaties met een zonneboiler, een warmtepompboiler of een close-in boiler tot de mogelijkheden. Een warmtepomp wordt gebruikt bij lage temperatuurverwarmingssystemen. Voor koeling zijn combinaties met andere systemen zoals seizoensopslag (warmtepomp in zomerbedrijf) of een compressiekoelmachine goed mogelijk.

Utiliteitsbouw

Het is mogelijk om een warmtepomp te combineren met een ander verwarmingstoestel, bijvoorbeeld een HR-ketel.

De warmtepomp moet dan als preferent toestel aangegeven worden en het andere toestel als niet preferent. Het ligt dan wel voor de hand om voor dit andere toestel (ook) een lage aanvoertemperatuur te gebruiken. Een warmtepomp wordt voornamelijk gebruikt bij lage temperatuur verwarmingssystemen ($\theta_{\text{sup}} < 55^{\circ}\text{C}$). Voor koeling zijn combinaties met andere systemen zoals seizoensopslag (met of zonder warmtepomp in zomerbedrijf) of een compressiekoelmachine goed mogelijk. Voor de verwarming van het warmtapwater zal in de meeste gevallen worden gekozen voor een elektrisch toestel of een warmtepomp.

Aandachtspunten toetsing

- Een warmtepomp wordt bij voorkeur gebruikt bij lage temperatuur verwarmingssystemen. Controleer dit en controleer ook of bij een eventueel niet-preferent toestel ook lage temperatuur verwarming wordt toegepast.
- Controleer of de aangegeven bron overeenkomt met het installatietechnische ontwerp.
- Het temperatuurniveau van het verwarmingssysteem is erg belangrijk voor het te behalen rendement van de warmtepomp. Ga na of de ontwerpaanvoertemperatuur van de warmtepomp (θ_{sup}) die wordt aangehouden in de EPC-berekening overeenkomt met het installatietechnische ontwerp. Deze is verdeeld in zes stappen, van $\leq 30^{\circ}\text{C}$ tot $\leq 55^{\circ}\text{C}$.

- Bij woningen wordt vaak een warmtepomp met elektrische bijstook (geïntegreerd in het toestel) toegepast. In de berekening moet de warmtepomp dan als preferent toestel ingevoerd worden, en de elektrische bijstook als niet-preferent toestel. Let op dat dit gebeurt, het rendement met elektrische bijstook kan aanzienlijk lager zijn!
- Controleer welk type warmtepomp is gebruikt:
 - een elektrische warmtepomp levert warmte tot 55°C . Controleer of een lage temperatuur verwarmingssysteem is toegepast en of aandacht is besteed aan geluidsisolatie en een goede opstellingsplaats van de warmtepomp;
 - een gasgedreven warmtepomp levert warmte tot max. 70°C .
- Ga na of aandacht is besteed aan de beperking van de geluid- en trillingshinder. Met name warmtepompsystemen die hun warmte uit de buitenlucht halen, kunnen geluidsoverlast veroorzaken door de grote hoeveelheid lucht die ze verplaatsen. Maar ook bij de andere typen warmtepompen moet zorgvuldigheid worden betracht, zeker bij de toepassing van warmtepompen in woningen!

Aandachtspunten controle bouwplaats

- Tussentijdse controle: controleer of het juiste type bron wordt toegepast. Met name bronnen in de bodem zullen al in een vroeg stadium worden aangelegd.
- Tussentijdse/eind controle: controleer of er een lage temperatuur verwarmingssystemen wordt toegepast.

- Eindcontrole: controleer of het juiste type warmtepomp is geplaatst: een elektrische warmtepomp of een gasgedreven warmtepomp.
- Eindcontrole: ga na of aandacht is besteed aan de beperking van de geluid- en trillingshinder. Zo moet bij woningen de warmtepomp bij voorkeur in een goed geïsoleerde aparte berging geplaatst worden, en niet in een gangkast. Let vooral op bij plaatsing in ruimten die grenzen aan verblijfsruimten.

5.1.6 Hybride warmtepompen

Beschrijving

Een hybride warmtepomp bestaat uit een ingebouwde of losse geschakelde lucht/water warmtepomp in combinatie met een HR-107 ketel of soms met een elektrisch bijstookelement. Als bron met een relatief laag temperatuurniveau wordt bij een hybride warmtepomp meestal gebruik gemaakt van de buitenlucht.

Wanneer de warmtepomp de warmtevraag niet aan kan genereert de gasketel of de elektrische bijstook extra capaciteit. Bij lage buitenluchttemperaturen, tegenwoordig pas bij vorst, is het rendement van de warmtepomp lager dan dat van de gasketel en schakelt de warmtepomp automatisch uit. Bij toepassing van een hybride warmtepomp is meestal sprake van een buitenunit waarmee warmte aan de buitenlucht onttrokken kan worden. Bij de meeste hybride warmtepompen die op de markt zijn is in de zomer ook koeling mogelijk door de werking van de warmtepomp om te keren. Een hybride warmtepomp kan als combitoestel voor

verwarming en tapwater toegepast worden, maar ook alleen voor verwarming.

Opwekkingsrendement

Een hybride warmtepomp wordt als twee opwekkers beschouwd. Dit houdt in dat de warmtepomp in de berekening als preferent toestel aangegeven moet worden en het andere toestel als niet preferent.

Relaties met andere installaties

Voor warmtapwater behoren combinaties met een zonneboiler of een close-in boiler tot de mogelijkheden.

Een hybride warmtepomp wordt voornamelijk gebruikt bij lage temperatuurverwarmingssystemen. Vaak is koeling bij een hybride warmtepomp al een optie. Indien niet dan is een combinatie met een compressiekoelmachine goed mogelijk.

Aandachtspunten toetsing

- Een warmtepomp wordt bij voorkeur gebruikt bij lage temperatuur verwarmingssystemen. Controleer dit en controleer ook of bij een eventueel niet-preferent toestel ook lage temperatuur verwarming wordt toegepast.
- Het temperatuurniveau van het verwarmingssysteem is erg belangrijk voor het te behalen rendement van de hybride warmtepomp. Ga na of de ontwerpaanvoertemperatuur van de warmtepomp (θ_{sup}) die wordt aangehouden in de EPC-berekening

overeenkomt met het installatietechnische ontwerp.

Deze is verdeeld in zes stappen, van ≤ 30 °C tot ≤ 55 °C.

- In de berekening moet bij een hybride warmtepomp de warmtepomp als preferent toestel ingevoerd worden, en de HR-107 ketel of de elektrische bijstook als niet-preferent toestel. Let op dat dit gebeurt, met name het rendement met elektrische bijstook kan aanzienlijk lager zijn!
- Ga na of aandacht is besteed aan de beperking van de geluid- en trillingshinder. Hybride warmtepompen die hun warmte uit de buitenlucht halen, kunnen geluidsoverlast veroorzaken door de grote hoeveelheid lucht die ze verplaatsen.

Aandachtspunten controle bouwplaats

- Tussentijdse/eindcontrole: controleer indien van toepassing of er een lage temperatuur verwarmingssystemen wordt toegepast.
- Eindcontrole: controleer of het juiste type hybride warmtepomp is geplaatst.
- Eindcontrole: ga na of aandacht is besteed aan de beperking van de geluid- en trillingshinder. Zo moet bij woningen de warmtepomp bij voorkeur in een goed geïsoleerde aparte berging geplaatst worden, en niet in een gangkast. Let vooral op bij plaatsing in ruimten die grenzen aan verblijfsruimten.

5.1.7 Externe warmtelevering

Beschrijving

Externe warmtelevering wordt ook wel warmtedistributie of stadsverwarming genoemd. Bij deze vorm van warmteopwekking wordt gebruik gemaakt van restwarmte uit elektriciteitscentrales (STEG/gasmotor), afvalverbrandingsinstallaties, industrie en/of biomassacentrales. De geleverde warmte kan zowel voor ruimte- als warmtapwaterverwarming worden gebruikt. Warmtelevering is een collectief systeem, waarbij de afnemers van de warmte niet eenduidig benoembaar en aanwijsbaar zijn. De warmte wordt via een distributienet in de wijk naar de afnemer gebracht.

Warmtelevering is geschikt voor zowel grootschalige nieuwbouwprojecten als (kleinschaligere) bedrijven, flats en woningen. Over het algemeen is bij externe warmtelevering ook sprake van individuele bemetering, dit betekent dat per woning de daadwerkelijk verbruikte energie gemeten wordt en zo de daadwerkelijk gemaakte kosten per woning doorberekend kunnen worden.

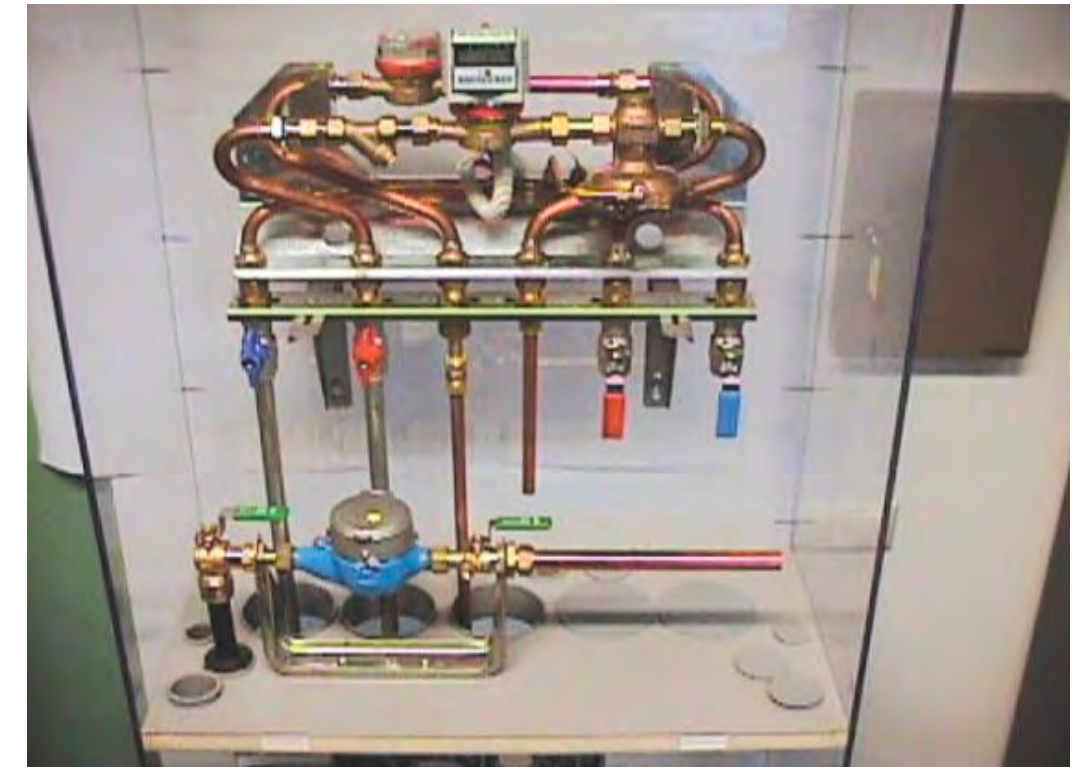
Wanneer in een wijk een centrale gasmotor, warmtekrachtinstallatie of warmtepomp wordt geplaatst waarop de gebouwen zijn aangesloten spreekt men ook van warmtelevering door derden. Indien op het eigen perceel een dergelijke installatie wordt opgesteld, die alleen ten behoeve

van het eigen gebouw wordt gebruikt, is er geen sprake van warmtelevering door derden, maar van gebouwgebonden warmtekracht (zie paragraaf 5.1.3) of een warmtepomp (zie paragraaf 5.1.5).

Bij externe warmtelevering wordt in de technische ruimte van het gebouw of in de meterkast van een woning een warmtewisselaar opgesteld. In deze warmtewisselaar wordt de warmte van het distributienet afgegeven aan het verwarmingsnet van het gebouw. Vervolgens wordt de warmte binnen het gebouw op dezelfde wijze gedistribueerd als bij een conventionele installatie. Gebouwen die zijn aangesloten op een warmtedistributiesysteem, zijn veelal niet voorzien van een gasaansluiting. De verwarming van het warmtapwater zal in die gevallen op een andere wijze moeten plaatsvinden, bijvoorbeeld elektrisch of ook door middel van externe warmtelevering. Koken op gas is in die gevallen uiteraard ook niet mogelijk.

Opwekkingsrendement

Warmtelevering door derden betreft over het algemeen restwarmte: warmte die over is. Het opwekkingsrendement op de grens van het gebouw of perceel is in de NEN 7120 vastgesteld op 1,0. Indien men voor het bepalen van de EPC energievoorzieningen op gebiedsniveau in rekening wil brengen – bijvoorbeeld een hoger opwekkingsrendement voor externe warmtelevering – dan moet dit conform de NVN 7125 bepaald worden (zie hoofdstuk 6).



De warmte-installatie in de woning zelf is zo klein dat deze onderin de meterkast kan worden geplaatst.

Relaties met andere installaties

Warmtelevering wordt meestal gebruikt in combinatie met hoge temperatuur verwarming met radiatoren of convectoren. Door het ontbreken van een gasaansluiting is een combinatie met een gasgestookt toestel voor warmtapwater niet logisch. Bij woningen wordt daarom voor warmtapwater in de meeste gevallen ook gebruik gemaakt van de externe warmtelevering aansluiting. Voor de koeling van het gebouw kan in deze situaties gebruik worden gemaakt van bijvoorbeeld een compressiekoelmachine, een absorptiekoelmachine op externe warmtelevering of eventueel koude opslag.

Utiliteitsbouw

In kantoorgebouwen of andere gebouwen met een relatief lage warmtapwatervraag wordt warmtelevering door derden vaak gecombineerd met close-in boilers ten behoeve van de tapwaterverwarming. In gebouwen met een hoge warmtapwatervraag, zoals ziekenhuizen en sportgebouwen wordt vaak ook voor de verwarming van het warmtapwater gebruik gemaakt van externe warmtelevering.

Aandachtspunten toetsing

- Bij warmtelevering door derden is de temperatuur van de warmte die wordt aangeleverd vaak hoog: (70 - 150°C). Het ligt voor de hand dat deze hoogwaardige warmte wordt gebruikt voor een hoge temperatuur verwarmingssysteem met bijbehorende verwarmingslichamen (bijvoorbeeld radiatoren of convectoren).
- Controleer ook het type toestel voor warmtapwaterverwarming. Het gebruik van een gasgestookt toestel voor warmtapwaterverwarming is niet voor de hand liggend gezien het feit dat bij warmtelevering door derden vaak geen gasaansluiting aanwezig is.

Aandachtspunten controle bouwplaats

- Tussentijdse controle: controleer bij woningen of de (voorbereiding voor) een afleverset aanwezig is, als dit in de vergunning is opgenomen.
- Eindcontrole: controleer of het juiste type toestel voor warmtapwaterverwarming is toegepast.

5.1.8 Zonneboilercombi*Beschrijving*

Het principe van warmteopwekking bij een zonneboilercombi is hetzelfde als bij een zonneboiler (zie paragraaf 5.3.10): zonnewarmte wordt gebruikt om een deel van de totale warmtevraag voor te dekken. Een zonneboilercombi onderscheidt zich van een reguliere zonneboiler doordat de combi gebruikt wordt voor zowel tapwaterverwarming als ruimteverwarming. Een reguliere zonneboiler wordt alleen gebruikt voor tapwaterverwarming. De systemen hebben hetzelfde werkingsprincipe, echter de zonneboilercombi is groter dan de reguliere zonneboiler.

Op het dak wordt een zonnecollector geplaatst waar een vloeistof doorheen stroomt. Deze vloeistof wordt door de warmte van de zon opgewarmd. De warmte wordt vervolgens gebruikt voor de verwarming van het gebouw en/of het tapwater. Er is een buffervat aanwezig om de warmte eventueel in op te slaan.

Omdat de zon niet op alle momenten voldoende warmte kan leveren is het noodzakelijk een voorziening te treffen om het water op een andere wijze na te verwarmen. Bij een zonneboilercombi gebeurt naverwarming door een CV-brander. Opslag en CV-brander zijn gecombineerd in één toestel. Uiteraard zijn de collectoroppervlakte en het voorraadvat groter dan bij een zonneboiler omdat er meer warmte moet worden geproduceerd. Wanneer er een gelijktijdige vraag naar ruimte- en tapwaterverwarming is, zorgt een regelement in het toestel ervoor dat de warmtapwatervoorziening voorrang krijgt. Bij het toepassen van een zonneboilercombisysteem moet ervoor worden gewaakt dat de afstand van de zonneboilercombi naar de warmteafnamepunten niet te groot is: er treedt dan onnodig warmteverlies op.



Vlakke plaat collectoren geïntegreerd in het dakvlak.

Zonnecollectoren zijn er in verschillende verschijningsvormen. Bekend is de vlakke plaat die in een schuin dakvlak is geïntegreerd of met behulp van een hulpconstructie op een plat dak is geplaatst.

Daarnaast zijn twee verschillende zonneboilercombisystemen te onderscheiden: één met een terugloopsysteem en één met een volledig gevuld systeem. Meer informatie over deze verschillende systemen staat vermeld in paragraaf 5.3.10.

Utiliteitsbouw

Zonneboilercombi's worden in utiliteitsbouw vrijwel niet toegepast, dit wordt veroorzaakt door de relatief lage warm tapwatervraag bij de meeste utiliteitsgebouwen. De kosten van de investering wegen dan niet op tegen de energiebesparing. Uitzondering hierop vormen eventueel kleine sportgebouwen zoals clubhuizen met douchefaciliteiten. In deze gebouwen is de warmtapwatervraag voldoende hoog om een zonne-energiesysteem toe te passen. De keuze voor een zonneboilercombi zal overigens ook dan niet vaak gemaakt worden omdat een zonneboilercombi veelal wordt toegepast in combinatie met lage temperatuur verwarming. Dit systeem is voor een clubhuis niet zo geschikt gezien het feit dat een clubhuis incidenteel wordt gebruikt en een LTV-systeem lange opwarmtijden kent. In deze situaties zal eerder de voorkeur uitgaan naar een zonneboiler in plaats van een zonneboilercombi.

Opwekkingsrendement

De bijdrage van een zonneboilercombi wordt in de EPG in rekening gebracht door de energie die wordt opgewekt door de zonneboilercombi af te trekken van de totale jaarlijkse energiebehoefte voor verwarming. Er is dus geen sprake van het opwekkingsrendement van het zonneboilersysteem. Uiteraard wekt het ene zonneboilercombisysteem wel meer energie op dan het andere. De energieopbrengst is onder andere afhankelijk van het type collector (vlakke plaat of vacuümbuis), de grootte van het voorraadvat en het collectoroppervlak.

Daarnaast hangt de jaarlijkse energieopbrengst af van de hoeveelheid zon die op de collector valt. De hoeveelheid zon hangt weer af van de oriëntatie (meestal ZO-ZW), de hellingshoek van de collector en eventuele belemmeringen.

De bijdrage van een zonneboilercombi moet volgens de uitgebreide methode uit bijlage I van de EPG bepaald worden. Voor de uitgebreide methode zijn veel invoergegevens nodig. Het collectoroppervlak moet meer dan 6 vierkante meter bedragen. Bij een collectoroppervlak $\leq 6 \text{ m}^2$ wordt de zonneboilercombi in de NEN 7120 beschouwd als een zonneboiler, de opbrengst wordt dan in de EPC-berekening alleen benut voor tapwater (zie paragraaf 5.3.10).

In geval van kwaliteitsverklaringen kan de jaarlijkse energieopbrengst aanzienlijk gunstiger uitvallen dan de forfaitaire waarden laten zien.

Relaties met andere installaties

Bij een zonneboilercombi zijn zonnecollector, voorraadvat en CV-ketel gecombineerd. Omdat de temperatuur in het boilervat relatief laag is, is het logisch een zonneboilercombi te combineren met een lage temperatuur verwarmingssysteem. Naverwarming kan eventueel ook door middel van een warmtepomp worden gerealiseerd.

Aandachtspunten toetsing

- Het is aan te bevelen het voorraadvat zo dicht mogelijk bij de tappunten te plaatsen. Dit om onnodig warmteverlies te voorkomen. Controleer op tekening of dit ook gebeurt.
- Controleer op tekening of de zonnecollectoren dusdanig zijn geplaatst dat er geen schaduw op valt.
- Controleer in het installatietechnische ontwerp of het collectoroppervlak en de uitvoering juist zijn.
- Een zonneboilercombi is uitstekend te combineren met een lage temperatuur verwarmingssysteem. Controleer of dit gebeurt.

Aandachtspunten controle bouwplaats

- Eindcontrole: controleer op de bouwplaats of de zonnecollectoren dusdanig zijn geplaatst dat er geen schaduw op valt.
- Eindcontrole: controleer op de bouwplaats globaal of de collector de juiste oppervlakte heeft.
- Eindcontrole: controleer op de bouwplaats globaal of de collector in de juiste oriëntatierichting is geplaatst.

5.1.9 Hulpenergie en pompen*Beschrijving*

Als gevolg van onder andere wisselende buitentemperaturen en gebruikspatronen in een gebouw is de warmte en koude behoefte niet op alle momenten even groot. Het is dus niet noodzakelijk dat de hoeveelheid water die in het verwarmingssysteem rondgepompt wordt continu constant is. Op momenten van een lage warmtevraag zal er minder water in het gebouw moeten worden rondgepompt. Door de toepassing van automatische toerenregelingen op pompen kan het toerental van de elektrische aandrijving van de pomp worden aangepast op de actuele vraag. Hiermee is het mogelijk het watertransport in het warmwatercircuit capaciteitsafhankelijk te regelen. Dit resulteert in een verlaagd energiegebruik voor pompen. Tegenwoordig zijn de meeste pompen in de warmwatersystemen voorzien van een automatische toerenregeling.

Het elektrische hulpenergiegebruik voor verwarming wordt berekend voor de volgende onderdelen:

- distributiesysteem warmte, dit betreft energie die nodig is om het warme water rond te pompen door het distributiesysteem. Het hulpenergiegebruik voor pompen is een forfaitaire waarde per vierkante meter, die alleen afhankelijk is van de aan/afwezigheid van een automatische toerenregeling op meer dan 50% van het opgestelde asvermogen van alle circulatiepompen in het warmwatercircuit samen;
- eventuele aanvullende circulatiepompen ten behoeve van bijvoorbeeld het vloerverwarmingssysteem;
- opwekking warmte, dit betreft energie die nodig is om het warmteopwekkingstoestel te laten functioneren (is doorgaans opgenomen in het opwekkingsrendement), en bestaat uit:
 - het energiegebruik van de elektronica van het toestel;
 - het energiegebruik van ventilator en gasklep bij een gasgestookt toestel;
 - het energiegebruik van bronpomp of –ventilator bij een warmtepomp.

Bij toepassing van een zonneboilercombi wordt het totale hulpenergiegebruik van de zonneboilercombi toegewezen aan het hulpenergiegebruik voor tapwater, zie paragraaf 5.3.13.

Rendement

Toerenregeling wordt in de energieprestatienorm gedefinieerd als een voorziening voor het kunnen variëren van het aantal omwentelingen per tijdseenheid. Indien meer dan 50% van het opgestelde asvermogen van de pompen in het warmwatercircuit voorzien is van een dergelijke regeling, wordt het energiegebruik voor pompen met 50% gereduceerd.

Aandachtspunten toetsing

- Controleer bij toepassing van een automatische toerenregeling op meer dan 50% van de circulatiepompen in de installatie-technische gegevens of deze inderdaad worden toegepast.
- Bij warmtepompen op ventilatieretourlucht moet bij het onderdeel ventilatie de eventueel benodigde overventilatie worden aangegeven. Ook moet het ventilatorvermogen worden opgegeven indien geen gebruik wordt gemaakt van de forfaitaire methode voor ventilatoren.

Aandachtspunten controle bouwplaats

- Controleer op de bouwplaats of er automatische toerenregeling op de circulatiepompen wordt toegepast als dit in de berekening is aangegeven.



Pompen en regelingen.

5.2 Ventilatie

5.2.1 Ventilatie systemen woningbouw

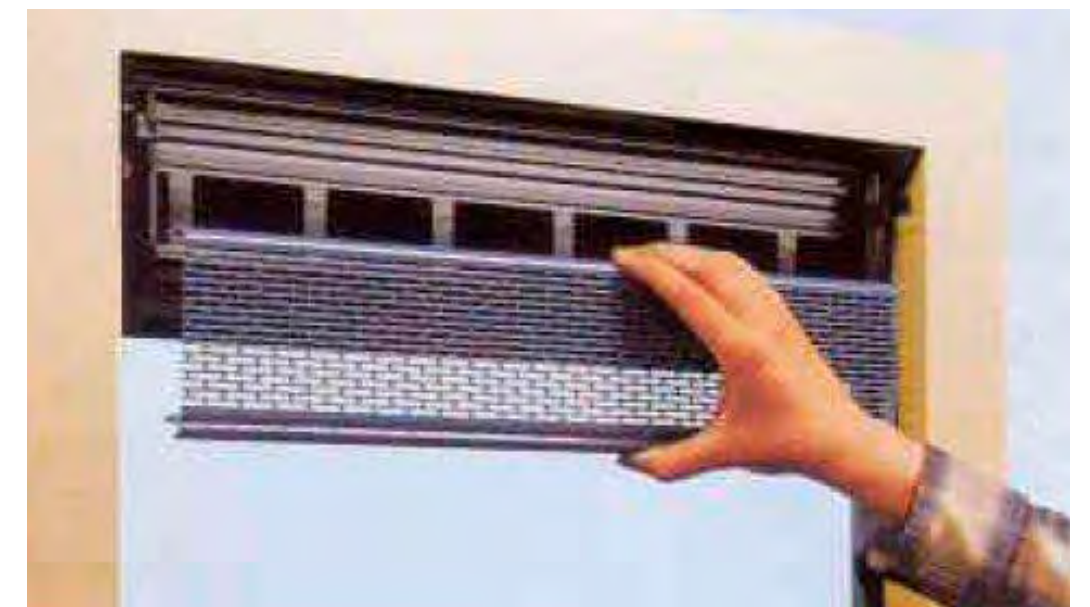
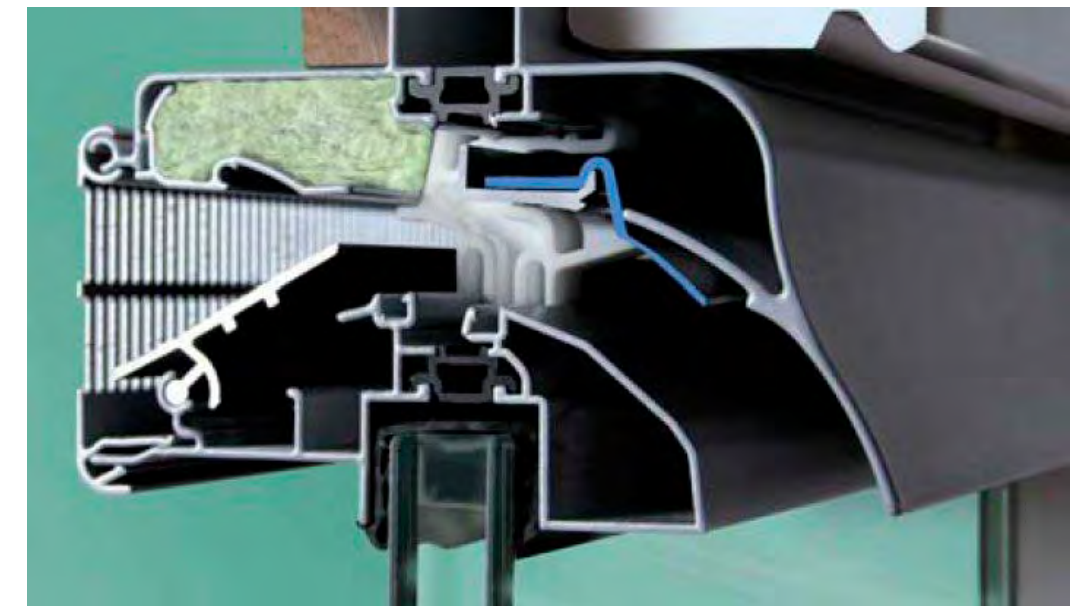
Beschrijving

In het Bouwbesluit is een eis opgenomen ten aanzien van de minimale luchtverversing. Dit heeft onder andere tot gevolg dat in elke woning een ventilatiesysteem aanwezig moet zijn. Dit systeem is noodzakelijk voor het toevoeren van verse lucht en het afvoeren van vervuilde lucht. De lucht in een woning wordt vervuild door de aanwezige personen (ademen, lichaamsgeurtjes), de luchtjes die vrijkomen bij het koken, de emissie van radon uit bouwmaterialen etc. Ook is het ventilatiesysteem van belang voor het afvoeren van in de woning geproduceerd vocht. Wanneer dit vocht niet wordt afgevoerd, kunnen problemen als schimmelvorming ontstaan. Op hoofdlijnen zijn vijf verschillende soorten ventilatiesystemen te onderscheiden, waarbij elk systeem een of meerdere systeemvarianten kent. Zie pagina 55.

Mechanisch versus natuurlijk

‘Mechanisch’ betekent dat de lucht gedwongen, door middel van een ventilator, wordt toe- en/of afgevoerd. Deze ventilator is vaak aangesloten op een kanalsysteem, maar meerdere decentrale ventilatoren die in een ruimte rechtstreeks zonder kanalsysteem lucht toe- of afvoeren zijn ook mogelijk. Bij natuurlijke toe- en/of afvoer is geen sprake van een ventilator, de lucht wordt dan bijvoorbeeld door middel van roosters in de

gevel toe en/of afgevoerd. In nieuwbouwwoningen wordt vrijwel altijd natuurlijke toevoer met mechanische afvoer of gebalanceerde ventilatie (mechanische toe- en afvoer) toegepast. Omdat bij natuurlijke toe- en afvoer de minimaal benodigde hoeveelheid ventilatie niet continu kan worden gegarandeerd, wordt dit ventilatieconcept tegenwoordig weinig toegepast.



Zelfregelende roosters.

Ventilatiesystemen		
	Luchttoevoer	Luchtafvoer
Systeem A: natuurlijke toe- en afvoer	Natuurlijk	Mechanisch
- Variant A.1	Roosters	Centraal afvoerkanaal/roosters
- Variant A.2a/c	Winddruk gestuurde, zelfregelende roosters	Centraal afvoerkanaal /roosters
Systeem B: mechanische toe- en natuurlijke afvoer	Mechanisch	Natuurlijk
- Variant B.1	Ventilator, centraal of decentraal	Centraal afvoerkanaal/roosters
- Variant B.2	Ventilator, centraal of decentraal, met tijdsturing	Centraal afvoerkanaal/roosters
- Variant B.3	Ventilator, centraal of decentraal, met CO ₂ -sturing	Centraal afvoerkanaal/roosters
Systeem C: natuurlijke toe- en mechanische afvoer	Natuurlijk	Mechanisch
- Variant C.1	Roosters	Ventilator centraal
- Variant C.2a/c	Winddruk gestuurde, zelfregelende roosters	Ventilator centraal
- Variant C.3a	Roosters	Ventilator centraal, met tijdsturing
- Variant C.3b	Winddruk gestuurde, zelfregelende roosters	Ventilator centraal, met tijdsturing
- Variant C.3c	Roosters met tijdsturing	Ventilator centraal, met tijdsturing
- Variant C.4a	Winddruk gestuurde, zelfregelende roosters	Ventilator centraal, met CO ₂ -sturing woonkamer
- Variant C.4b	Roosters met CO ₂ -sturing	Ventilator centraal
- Variant C.4c	Winddruk gestuurde, zelfregelende roosters	Ventilator centraal, met CO ₂ -sturing per verblijfsr.
Systeem D: mechanische toe- en afvoer	Mechanisch	Mechanisch
- Variant D.1 zonder WTW	Ventilator, centraal of decentraal	Ventilator centraal
- Variant D.2a/b met WTW, met of zonder bypass	Ventilator centraal	Ventilator centraal
- Variant D.3 met WTW, met bypass	Ventilator centraal, met CO ₂ -sturing afvoerlucht	Ventilator centraal, met CO ₂ -sturing afvoerlucht
- Variant D.4a met WTW, met bypass	Ventilator centraal, met tijdsturing	Ventilator centraal, met tijdsturing
- Variant D.4b met WTW, met bypass	Ventilator centraal, met tijdsturing in twee zones	Ventilator centraal, met tijdsturing in twee zones
- Variant D.5a met of zonder WTW en bypass	Ventilator, centraal of decentraal, met CO ₂ -sturing in twee of meerdere zones	Ventilator centraal, met CO ₂ -sturing in twee of meerdere zones
- Variant D.5b met decentrale WTW zonder bypass	Ventilator decentraal, met CO ₂ -sturing in twee of meerdere zones	Ventilator decentraal, met CO ₂ -sturing in twee of meerdere zones
Systeem X: andere systemen		
- Variant X.1	Rooster in een of meerdere zones én ventilator decentraal, met CO ₂ -sturing in een of meerdere zones	Ventilator centraal in een of meerdere zones én ventilator decentraal, met CO ₂ -sturing in een of meerdere zones

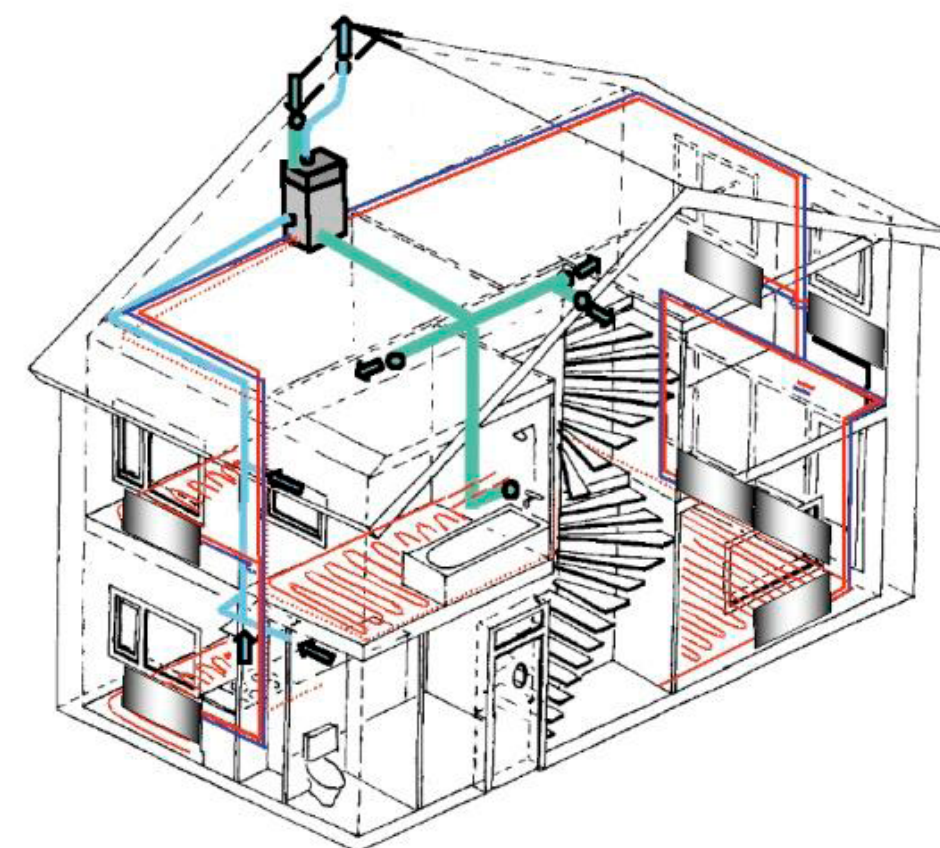
Er zijn verschillende ventilatiesystemenvarianten met winddrukgestuurde zelfregelende roosters als toevoer voorziening. Dit drukgeregelde systeem gaat uit van een constante toevoer volumestroom, onafhankelijk van de winddruk op de gevel. Bij een groter drukverschil (bijvoorbeeld omdat het harder gaat waaien) worden de roosters dichtgestuurd (elektronisch of mechanisch door een klepje) waardoor de ventilatietoevoer gelijk blijft.

De capaciteit (van roosters en luchtafvoer) kan per ruimte verschillen en wordt bepaald door de ventilatie-eisen voor de betreffende ruimte.

Systeem D: mechanische toe- en afvoer (gebalanceerde ventilatie)

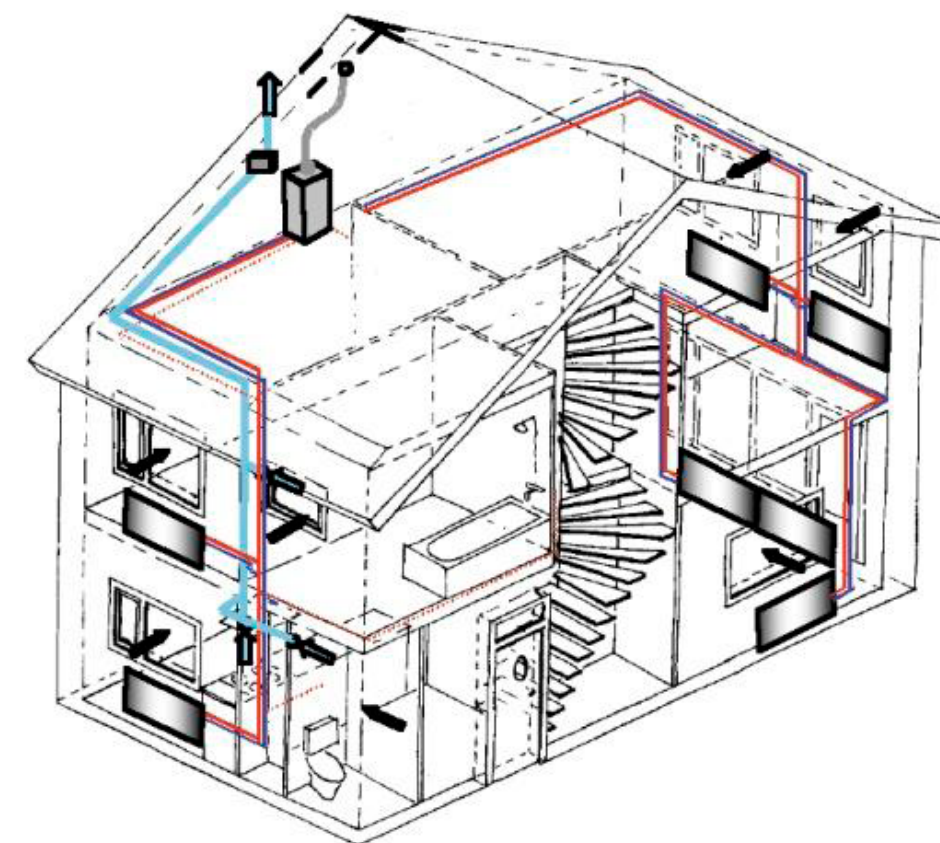
Het meest voorkomende gebalanceerde ventilatiesysteem is het systeem met een centrale toevoerventilator en een centrale afzuigventilator. De ventilatielucht wordt door middel van een toevoerventilator via een kanalsysteem in de woning ingeblazen. In de slaapkamers, de woonkamer en eventueel andere vertrekken zijn toevoerroosters aanwezig. Via afzuigroosters in de keuken, de badkamer en het toilet wordt de lucht afgezogen met de afzuigventilator. Er zijn bij dit systeem dus altijd twee ventilatoren aanwezig. Vaak worden deze twee ventilatoren gecombineerd in één apparaat, veelal voorzien van een warmteterugwinunit, die de warmte uit de afblaasluucht overdraagt aan de toevoerlucht. Dit levert een aanzienlijke besparing op het energiegebruik voor verwarming.

Daarnaast zijn er ook decentrale gebalanceerde ventilatiesystemen op de markt, waarbij in elke zone/verblijfsruimte een ventilatiecomponent in de gevel geplaatst wordt. Hierin zijn een toevoer ventilator, een afvoerventilator en een warmteterugwinunit geïntegreerd.



Systeem C: natuurlijke toevoer en mechanische afzuiging

De ventilatielucht wordt door middel van roosters in de gevel toegevoerd. Dit kunnen gewone roosters zijn, winddrukgestuurde zelfregelende roosters, vraaggestuurde roosters met tijdsturing of vraaggestuurde roosters met CO₂-sturing. Via de keuken, de badkamer en het toilet wordt zij afgezogen. In deze ruimten zijn roosters aanwezig die via een kanalsysteem in verbinding staan met een centraal opgestelde ventilator. De afzuigventilator kan aangestuurd worden door een drie-standen schakelaar, door een tijdsturing of door een CO₂-sturing (alleen in woonkamer of per verblijfsruimte). Via kieren onder de deuren wordt de ventilatielucht binnen de woning getransporteerd naar de afzuigpunten.

*Vraaggestuurde ventilatie (mogelijk in combinatie met systemen B, C en D)*

Er zijn verschillende systemen op de markt die vallen onder zogenaamde vraaggestuurde ventilatie. Dit zijn systemen waarbij toevoer (natuurlijk of mechanisch) en/of de mechanische afzuiging (met een afzuigventilator) met behulp van een regeling energiezuinig geregeld wordt. Er zijn twee hoofdvormen: tijdsturing en CO₂-sturing.

Uitgangspunt bij tijdsturing is het gebruikerspatroon. In een regelunit wordt aangegeven hoeveel, in welke ruimte en op welk tijdstip moet worden geventileerd. Zo wordt bijvoorbeeld overdag vooral in woonkamer en keuken geventileerd, terwijl ’s nachts meer in de slaapkamers wordt geventileerd. De regelunit kan alleen de afvoer aansturen of zowel de toevoer als de afvoer.

Bij CO₂-sturing wordt met behulp van CO₂-sensoren gemeten wat de CO₂-concentratie in een ruimte is. De ventilatiecapaciteit wordt vervolgens zodanig geregeld, dat de CO₂-concentratie binnen bepaalde grenzen blijft. Wanneer er geen mensen in een ruimte aanwezig zijn, wordt in die ruimte daardoor niet meer geventileerd dan minimaal noodzakelijk. De CO₂-sturing kan alleen de afvoer aansturen op basis van de CO₂-concentratie in de woonkamer, alleen de toevoer in elke verblijfsruimte op basis van de CO₂-concentratie in de betreffende verblijfsruimte, of zowel de toevoer als de afvoer.

Systeem X: andere ventilatiesystemen

Wanneer op een deel van het gebruiksoppervlak lokale systemen met warmteterugwinning worden toegepast in combinatie met ventilatieroosters in de overige ruimten, kan dit worden meegenomen als ventilatiesysteem X. De lokale systemen zijn feitelijk een klein balansventilatiesysteem dat de ventilatielucht direct via de gevel aanzuigt en afvoert. Het oppervlak dat gebruik maakt van het lokale systeem met warmteterugwinning moet apart worden aangegeven.

Rendement warmteterugwinning

Systemen met mechanische toe- en afvoer worden vaak voorzien van een warmteterugwinning. Hiermee kan een groot deel van de warmte uit de vuile afgevoerde lucht worden teruggewonnen. Het rendement waarmee dit gebeurt is afhankelijk van het type warmteterugwinning.

Type warmtetrugwinning	Rendement (η_{HRU})
Platen – of buizenwarmtewisselaar	0.65
Kruisstroomwarmtewisselaar	0.55
Twee elementen systeem	0.60
Warmtebuis-apparaten (heat-pipes)	0.60
Langzaam roterende en intermitterende warmtewisselaar	0.70
Enthalpiewisselaar	0.75
Tegenstroomwarmtewisselaar: aluminium	0.75
kunststof	0.80

In afwijking van deze rendementen mogen ook rendementen worden gehanteerd die zijn bepaald conform de NEN 5138. Op de bovenstaande rendementen en rendementen bepaald conform de NEN 5138 is de praktijkrendementscorrectiefactor van toepassing (f_{rend}). Door middel van deze correctiefactor wordt het effect in rekening gebracht dat gemeten rendementen in de praktijk doorgaans niet gerealiseerd worden. De standaard rekenwaarde bedraagt $f_{rend} = 0.80$.

Van deze standaard rekenwaarde mag afgeweken worden als de installatie onder een kwaliteitsborgingsprocedure wordt geïnstalleerd en ingeregeld, en ook de afwijkende waarde voor f_{rend} binnen die procedure is vastgelegd en gecontroleerd. De afwijkende waarde voor f_{rend} dient bepaald te zijn conform bijlage C van de NEN 8088.

Relaties met andere installaties

Systemen met mechanische toe- en afvoer worden vaak gecombineerd met warmteterugwinning uit de ventilatielucht. Hierbij wordt onderscheid gemaakt naar systemen zonder sturing, systemen met tijdsturing en systemen met CO₂-sturing. Systemen met sturing kunnen systemen met één zone zijn, maar ook systemen met meerdere zones. Het voordeel van meerdere zones is dat de ventilatie beter afgestemd kan worden op de omstandigheden in de betreffende zone.

Bij systemen zonder sturing wordt onderscheid gemaakt naar systemen zonder bypass, systemen met gedeeltelijke bypass en systemen met volledige bypass. Warmteterugwininstallaties met een bypass genieten de voorkeur: in de zomerperiode wordt de (warme) afgezogen lucht om de warmteterugwinunit heen geleid zodat de toevoerlucht niet wordt opgewarmd. Hiermee kan de kans op oververhitting worden beperkt.

Bij systemen met een mechanische afvoercomponent kan gebruik worden gemaakt van een warmtepompboiler voor de verwarming van het warmtapwater (zie paragraaf 5.3.9). De combinatie van een warmtepompboiler met warmteterugwinning is niet mogelijk!

Aandachtspunten toetsing

- Controleer of het ingevoerde ventilatiesysteem overeenkomt met het installatietechnische ontwerp.
- Een mechanische afzuiging die zich beperkt tot het versneld afzuigen van kookluchtjes (een afzuigkap) moet in het kader van de EPC-berekening buiten beschouwing worden gelaten. Controleer dit.
- Warmteterugwinning kan op basis van gelijkwaardigheid worden gewaardeerd. Controleer of de afwijkende waarden voor het rendement η_{HRU} en eventueel voor de correctiefactor f_{rend} volgens de juiste normen bepaald zijn. Controleer daarnaast of in het installatietechnische ontwerp ook daadwerkelijk het toestel uit de gelijkwaardigheidsverklaring is opgenomen.
- Warmteterugwininstallaties met een bypass genieten de voorkeur: in de zomerperiode wordt de (warme) afgezogen lucht om de warmteterugwinunit geleid zodat de toevoerlucht niet wordt opgewarmd. Hiermee kan de kans op oververhitting worden beperkt.

Aandachtspunten controle bouwplaats

- Tussentijdse controle: controleer in geval van gebalanceerde ventilatie tussentijds of er inderdaad sparingen voor ventilatiekanalen worden opgenomen in de vloeren.
- Eindcontrole: controleer op de bouw of het ventilatiesysteem overeenkomt met de EPC-berekening. Let met name goed op bij systemen met tijdsturing of CO₂-sturing. Afhankelijk van het toegepaste systeem dient er een centrale regelunit of CO₂-sensor te zijn, of in meerdere zones of zelfs in elke verblijfsruimte.
- Eindcontrole: controleer bij de toepassing van zelfregelende roosters of vraaggestuurde roosters in de EPC of deze ook daadwerkelijk overal worden toegepast. Bij zelfregelende roosters moet een klep aanwezig zijn, die te zien is wanneer de binnenkap verwijderd wordt. Vraaggestuurde roosters zijn te herkennen aan een regelunit op elk rooster.
- Eindcontrole: warmteterugwinning kan op basis van gelijkwaardigheid worden gewaardeerd. Ga op de bouw na of daadwerkelijk het toestel uit de gelijkwaardigheidsverklaring is geplaatst.

5.2.2 Ventilatoren woningbouw*Beschrijving*

In woningen met een ventilatiesysteem met een mechanische component is altijd sprake van een ventilator. In de woningbouw zijn verschillende typen ventilatoren te onderscheiden.

Het meest worden zogenaamde ‘boxventilatoren’ toegepast. Dit zijn ventilatoren die in een, veelal kunststof, omhuizing (de box) geplaatst zijn. Deze boxen worden in de woning ophangen, bijvoorbeeld op zolder. Door middel van een dakdoorvoer wordt de box ‘aangesloten’ op de buitenlucht. Als in de woning geen ruimte is voor het plaatsen van een boxventilator, kan ook gekozen worden voor een ventilator die op het dak wordt geplaatst. Men name in woongebouwen, waarin meerdere woningen op hetzelfde afzuigsysteem zijn aangesloten, wordt vaak gebruik gemaakt van deze laatste optie.

In het geval mechanische toe- en afvoer met warmteterugwinning wordt toegepast, zullen in de meeste gevallen zowel de toevoer- als de afzuigventilator en de warmteterugwinunit in één omhuizing zijn opgenomen.

Naast het verschil in plaatsing van de ventilator is er ook een onderscheid in uitvoering van de ventilator. Traditioneel werden wisselstroomventilatoren toegepast. Steeds vaker worden ook gelijkstroomventilatoren toegepast. Gelijkstroomventilatoren zijn energiezuiniger dan wisselstroomventilatoren, de meerprijs ligt momenteel niet veel hoger meer.

De meeste ventilatoren worden geleverd met een schakelaar voor verschillende standen. Deze schakelaar wordt veelal in de keuken van een woning geplaatst, zodat de bewoners zelf het ventilatiedebiet naar behoefte kunnen verhogen of verlagen. Er zijn ook (draadloze) schakelaars voor de badkamer op de markt waarmee het ventilatiedebiet kan worden geregeld.

Ook is het mogelijk in een woning luchtverwarming toe te passen. In de praktijk komt dit echter niet zo vaak voor. Een belangrijk onderscheid in die situatie is of de ventilator al-dan-niet voorzien is van een regeling. Luchtverwarmingsystemen waarbij geen ventilatorregeling aanwezig is, hebben een hoog energiegebruik tot gevolg.



Bij mechanische ventilatie kan warmteterugwinning plaats vinden met behulp van een warmteterugwin-unit op het dak.

Energiegebruik

Bij de bepaling van het energiegebruik van de ventilatoren wordt in de energieprestatienorm een onderscheid gemaakt tussen rekenen volgens het werkelijk geïnstalleerde nominale vermogen – ontleend aan ventilatiesysteemontwerpberekeningen, aan meetwaarden of aan de op typeplaatjes vermelde vermogens –, de forfaitaire methode en rekenen volgens de uitgebreide methode volgens bijlage D van de NEN 8088.

Wanneer het werkelijk geïnstalleerde vermogen nog niet bekend is kan men dus kiezen tussen de forfaitaire methode of de uitgebreide methode volgens bijlage D. Bij de forfaitaire methode wordt het energiegebruik bepaald aan de hand van het type ventilator (wissel- of gelijkstroom) en de benodigde luchtvolumestroom voor mechanische ventilatie.

Wanneer gerekend wordt volgens de uitgebreide methode is het van belang welk type ventilatoren toegepast wordt (naast wissel- of gelijkstroom ook axiaal of radiaal). Daarnaast dienen de drukverliezen van het totale ventilatiesysteem berekend te worden conform bijlage D. Hiertoe is het nodig te weten uit welke componenten het systeem bestaat (o.a. alle bochten, warmtewisselaar, aanzuigsectie etc.) en wat de lengte is van de toe- en afvoerkanalen.

Relaties met andere installaties

Zowel wisselstroom- als gelijkstroomventilatoren kunnen in vrijwel alle situaties worden toegepast.

HR-warmteterugwinningsunits zijn vrijwel altijd voorzien van gelijkstroomventilatoren. Dit zijn warmteterugwinsystemen met een rendement boven 0.90.

Aandachtspunten toetsing

- Bij de installatie van een ventilatie-unit, moet er op gelet worden dat de kanalen op de juiste plaats worden aangesloten.
- Controleer bij toepassing van het werkelijk geïnstalleerde nominale vermogen of dit overeenkomt met het installatie-technische ontwerp.
- Controleer bij toepassing van de forfaitaire methode of het type ventilator (wissel- of gelijkstroom) in de EPC-berekening overeenkomt met het installatietechnische ontwerp.
- Controleer bij gebruik van de uitgebreide methode uit bijlage D of het type ventilator (wissel- of gelijkstroom en axiaal of radiaal) in de EPC-berekening overeenkomt met het installatietechnische ontwerp.
- Controleer bij gebruik van de uitgebreide methode uit bijlage D of het aangehouden systeemontwerp overeenkomt met het installatietechnische ontwerp.
- Bij mechanische toe- en afvoer bedraagt het aantal ventilatoren altijd minimaal 2.

Aandachtspunten controle bouwplaats

- Controleer op de bouw of het type ventilator klopt met de invoer in de EPC-berekening.

5.2.3 Ventilatiesystemen Utiliteitsbouw*Beschrijving*

In het Bouwbesluit zijn per gebruiksfunctie eisen opgenomen ten aanzien van de minimale luchtverversing. De hoogte van deze minimale hoeveelheid toe te voeren verse lucht is afhankelijk van het gebruik van de gebruiksfunctie en de zogenaamde subgebruiksfunctie. Over het algemeen zal in utiliteitsgebouwen de hoeveelheid lucht die toegevoerd wordt echter groter zijn dan deze minimale lucht volumestroom die in het Bouwbesluit wordt geëist. De reden hiervoor is meestal dat de toegevoerde lucht ook benut wordt voor het koelen van het gebouw. Er zijn dan grotere hoeveelheden lucht nodig om de benodigde hoeveelheid koelenergie aan het gebouw toe te kunnen voeren.

Lucht kan in verband met tochtklachten niet met een onbeperkt lage temperatuur worden ingeblazen, om de gewenste hoeveelheid koelenergie toch te kunnen leveren wordt in die situaties uitgeweken naar een grotere hoeveelheid lucht met een hogere inblaasttemperatuur.

De indiener van een bouwaanvraag is in principe vrij in de keuze van het type ventilatiesysteem. Het Bouwbesluit legt alleen eisen op aan de minimale ventilatiehoeveelheid, maar geeft niet aan hoe deze moet worden gerealiseerd.

In de meeste utiliteitsgebouwen wordt tegenwoordig gebalanceerde ventilatie (mechanische toe- en afvoer) toegepast. In scholen komt natuurlijke toevoer met mechanische afzuiging ook voor. Op hoofdlijnen zijn vier verschillende soorten ventilatiesystemen te onderscheiden.

Luchttoevoer	Luchtafvoer	Toepassing
Natuurlijk	Natuurlijk	Vrijwel nooit
Natuurlijk	Mechanisch	Soms, met name scholen
Mechanisch	Natuurlijk	Vrijwel nooit
Mechanisch	Mechanisch	Vooraf nieuwbouw



In de luchtbehandelingskast op het dak vindt warmteterugwinning uit ventilatielucht plaats met behulp van een kantelklep-systeem.

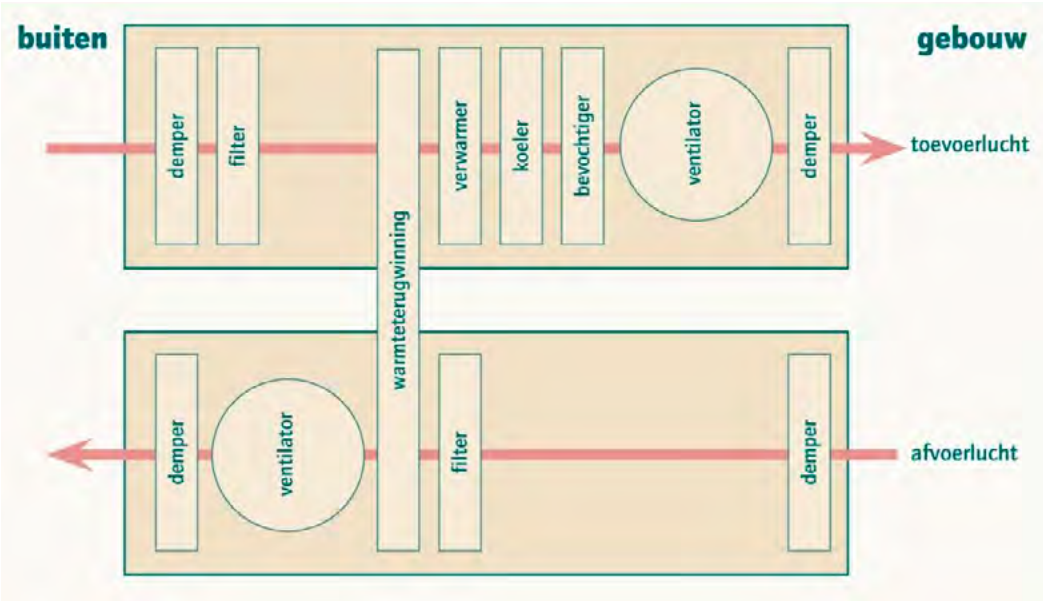
‘Mechanisch’ betekent dat de lucht gedwongen, door middel van een ventilator, wordt toe- en/of afgevoerd. Deze ventilator is vrijwel altijd aangesloten op een kanalsysteem. Bij natuurlijke toe- en/of afvoer is geen sprake van een ventilator, de lucht wordt dan bijvoorbeeld door middel van roosters in de gevel toe en/of afgevoerd.

Over het algemeen wordt ventilatielucht in een luchtbehandelingskast voorbehandeld voordat deze het gebouw wordt ingeblazen. De voorbehandeling kan bestaan uit filteren, verwarmen, koelen en bevochtigen. Uiteraard wordt de lucht bij gebouwen met natuurlijke toevoer niet voorbehandeld. Wanneer in een gebouw mechanische toe- en afvoer aanwezig is, bestaat de luchtbehandelingskast uit twee gedeelten: de toevoerkast en de afvoerkast. In de meeste gevallen worden deze twee gedeelten naast of op elkaar geplaatst. Het is mogelijk dat in een gebouw meerdere luchtbehandelingskasten worden geplaatst.

Bij gebouwen met natuurlijke toevoer en mechanische afvoer worden veelal roosters in de gevel geplaatst en afzuigventilatoren op het dak.

Een ontwikkeling die ook in de utiliteitsbouw in opkomst is, is de zogenaamde vraaggestuurde ventilatie. Dit systeem wordt op dit moment nog niet veel toegepast in utiliteitsbouw. Voor meer informatie over deze systemen wordt verwezen naar paragraaf 5.2.1 (woningbouw).

Op hoofdlijnen bestaat een luchtbehandelingkast uit de volgende onderdelen:



Type warmtetrugwinning	Rendement (η_{HRU})
Platen – of buizenwarmtewisselaar	0.65
Kruisstroomwarmtewisselaar	0.55
Twee elementen systeem	0.60
Warmtebuis-apparaten (heat-pipes)	0.60
Langzaam roterende en intermitterende warmtewisselaar	0.70
Enthalpiewisselaar	0.75
Tegenstroomwarmtewisselaar: Aluminium	0.75
Kunststof	0.80

Rendement warmteterugwinning

Systemen met mechanische toe- en afvoer worden vaak voorzien van een warmteterugwinunit in de luchtbehandelingskast. Hiermee kan een groot deel van de warmte uit de vuile afgevoerde lucht worden teruggewonnen. Het rendement waarmee dit gebeurt is afhankelijk van het type warmteterugwinning.

Relaties met andere installaties

Afhankelijk van de componenten die in de luchtbehandelingskast zijn opgenomen, moet in de EPC-berekening op verschillende plaatsen een nadere detaillering van het ventilatiesysteem worden aangegeven (koeling, bevochtiging). Systemen met mechanische toe- en afvoer worden vaak voorzien van een warmteterugwinunit in de luchtbehandelingskast. Ook is het mogelijk om de warmte uit de afvoerlucht te gebruiken als bron voor een warmtepomp. Combinatie met een reguliere warmteterugwinunit is in dat geval niet mogelijk.

Aandachtspunten toetsing

- Uit het Bouwbesluit volgt een minimaal te realiseren luchtvolumestroom in [dm³/s]. Ga na of de werkelijke luchthoeveelheid groter of gelijk is dan deze minimale luchtvolumestroom.
- Controleer indien van toepassing of het type warmte-terugwinning overeenkomt met het installatietechnische ontwerp.
- Een mechanische afzuiging die zich beperkt tot het versneld afzuigen van bijvoorbeeld kookluchtjes (een afzuigkap) moet in het kader van de EPC buiten beschouwing worden gelaten. Dit geldt bijvoorbeeld voor afzuigkappen in horecagelegenheden.
- Fysisch gezien is het vrijwel onmogelijk om een deel van een gebouw met bijvoorbeeld mechanische afzuiging uit te rusten en een deel met gebalanceerde ventilatie (of er moet een goede luchtdichte scheiding tussen de zones aanwezig zijn). Deze situaties moeten met argwaan worden gezien.

Aandachtspunten controle bouwplaats

- Tussentijdse controle: controleer of type ventilatiesysteem wordt aangebracht dat is opgenomen in de EPC-berekening.
- Eindcontrole: controleer of het type warmteterugwinning overeenkomt met de EPC-berekening.

5.2.4 Ventilatoren utiliteitsbouw*Beschrijving*

In gebouwen met een mechanische component in het ventilatiesysteem, is er altijd sprake van een of meerdere ventilatoren.

Afhankelijk van het type ventilatiesysteem komen verschillende uitvoeringen voor. In gebouwen met alleen mechanische afzuiging kan gebruik worden gemaakt van dakventilatoren.

Wanneer mechanische toe- en afvoer wordt toegepast zijn de ventilatoren veelal geïntegreerd in de luchtbehandelingskast (zie paragraaf 5.2.8). Bij mechanische toe- en afvoer systemen zijn er altijd minimaal twee ventilatoren aanwezig.

Een belangrijk aspect bij het energiegebruik van ventilatoren is het feit of er op de ventilatoren een regeling aanwezig is. Niet alleen de elektrische energie die benodigd is voor het laten draaien van de ventilatoren vermindert bij aanwezigheid van een regeling, ook de hoeveelheid te verwarmen of koelen lucht vermindert wanneer er een regeling op de ventilatoren aanwezig is. Het ventilatiesysteem kan dan zo worden ingesteld dat in de nachtperiode, wanneer er geen personen aanwezig zijn, minder geventileerd wordt dan in de dagperiode. Er zijn op hoofdlijnen twee soorten regelingen op ventilatoren mogelijk:

- geen regeling (of aan/uit regeling): de ventilator verplaatst altijd dezelfde hoeveelheid lucht;
- smoorregeling: de luchtvolumestroom wordt verkleind door het verhogen van de luchtweerstand met behulp van kleppen;

- toerenregeling: de ventilator kan traploos worden geregeld door de motor ‘sneller’ of ‘langzamer’ te laten draaien.

Sinds de komst van de toerenregeling op ventilatoren wordt de inlaatklepverstelling of waaierschoepverstelling vrijwel niet meer toegepast.

Energiegebruik

Voor de bepaling van het energiegebruik van ventilatoren zijn twee methoden beschikbaar in de energieprestatienorm: de forfaitaire methode en de methode op basis van het werkelijke vermogen.

Forfaitaire methode

In de forfaitaire berekeningsmethode wordt het energiegebruik bepaald op basis van de daadwerkelijk te installeren ventilatiecapaciteit (q_{vInst}), een weegfactor voor het soort ventilatiesysteem (mechanische afzuiging, mechanische toe/afvoer al dan niet voorzien van koeling) en de oppervlakte van het te ventileren gebied. Belangrijk invoergegeven is hierbij de waarde van q_{vInst} . Type ventilatoren en/of regeling zijn bij deze methode niet van belang.

Berekening op basis van werkelijke gegevens

Een berekening van de ventilatorenergie op basis van het werkelijke vermogen houdt in dat de nominale vermogens (P_{nom}) van de aanwezige ventilatoren moet worden bepaald.

Uitgangspunt is een forfaitair aantal draaiuren. Daarnaast dient het type regeling opgegeven te worden per ventilator.

De werkelijke vermogens en eventueel werkelijke rendementen van de ventilatoren kunnen aan de hand van productinformatie en typeplaatjes worden ontleend. Daarnaast kan het werkelijke nominale vermogen berekend worden aan de hand van asvermogen (P_{as}) van de ventilator en het werkelijke rendement (η_{elm}) van de ventilator. Het werkelijke rendement kan berekend worden uit het asvermogen van de ventilator, de elektrische spanning (U_{elm}), de elektrische stroom (I) en de factor e (afhankelijk van het type elektromotor van de ventilator, gelijk-, wissel- of draaistroommotor). Deze gegevens volgen uit het installatietechnische ontwerp.



Dakventilator

Opgemerkt wordt dat de vermogens van de ventilatoren niet mogen worden opgeteld. Wanneer in een gebouw vijf toevoer- en vijf afvoerventilatoren worden toegepast dan moeten in de berekening in totaal tien ventilatoren zijn ingevoerd. Optellen van de vermogens is niet toegestaan in verband met het feit dat het rendement van een kleine ventilatoren slechter is dan het rendement van grote ventilatoren.

Het is altijd toegestaan om volgens de forfaitaire methode te rekenen, ook wanneer de berekening op basis van de werkelijke gegevens een hoger energiegebruik levert.

Aandachtspunten toetsing

- Indien de ventilatoren zijn voorzien van een toerenregeling, is er meestal ook sprake van een reductie op het maximum ventilatiedebiet. In de EPC-berekening moeten de gegevens bij het onderdeel ‘ventilatie’ en het onderdeel ‘ventilatoren’ wat dit aangaat met elkaar overeenkomen.
- Vraag bij gebruik van de uitgebreide methode om een onderbouwing van de gehanteerde waarden voor P_{as} , U_{elm} , I en e of controleer of deze overeenkomen met het installatietechnische ontwerp.
- Controleer of de daadwerkelijk te installeren ventilatiecapaciteit q_{vInst} op de juiste manier is ingevoerd. Op ventilatoren wordt de toevoercapaciteit vaak in m^3/h aangegeven, in de EPC-berekening moet de toevoercapaciteit in dm^3/s worden aangegeven.

Omrekening vindt plaats volgens de volgende formule:
toevoercapaciteit in dm^3/s = toevoercapaciteit in $m^3/h \cdot 3,6$.

Aandachtspunten controle bouwplaats

- Veelal zijn de technische specificaties van de ventilatoren door middel van een typeplaatje op de ventilator of de betreffende delen van de luchtbehandelingskast aangegeven. Controleer op de bouwplaats of de gegevens op de typeplaatjes overeenkomen met de in de berekening ingevoerde gegevens.

5.3 Warmtapwater

5.3.1 Algemeen

In een gebouw kunnen één of meerdere warmtapwatersystemen aanwezig zijn. Een warmtapwatersysteem bestaat net als bij verwarming, uit de onderdelen warmwaterafgifte, warmwaterdistributie en warmwateropwekking.

Een warmtapwatersysteem hoeft niet altijd samen te vallen met een rekenzone: één warmtapwatersysteem kan meerdere rekenzones bedienen en in één rekenzone kunnen meerdere warmtapwatersystemen gebruikt worden. Het volledige oppervlak van elke rekenzone dient altijd toegewezen te zijn aan één of verschillende tapwatersysteem. In principe moet voor elk warmtapwatersysteem het energiegebruik berekend worden. Bij utiliteitsgebouwen *mag* de berekening van het energiegebruik voor warmtapwater beperkt worden tot het tapwatersysteem waarop in die rekenzone de meeste tappunten aangesloten zijn.

5.3.2 Afgifterendement warmwatersysteem

Door middel van het afgifterendement worden de verliezen in de uittapleidingen van het warmwatersysteem in rekening gebracht. De uittapleidingen zijn de leidingdelen tussen respectievelijk het opwekkingstoestel of de afleverset voor tapwater of de circulatieleiding en de tappunten.

Bij woningbouw worden de afgifterendementen voor badruimte(n) en aanrecht(en) apart bepaald. Overige tappunten blijven buiten beschouwing. Het systeemrendement voor badruimte(n) ($\eta_{W;em;b}$) wordt bepaald door de leidinglengte. Het systeemrendement voor het aanrecht ($\eta_{W;em;k}$) wordt bepaald door lengte en de inwendige diameter d_{inw} van de leidingen naar het aanrecht.

In de EPG-rekenmethodiek zijn forfaitaire leidinglengtes opgenomen. Hiermee mag altijd worden gerekend. Wanneer kortere lengtes in de berekening zijn ingevuld moeten deze met behulp van tekeningen worden gecontroleerd. Als leidinglengte geldt de kortste horizontale afstand plus de kortste verticale afstand. Het werkelijke leidingtracé is dus niet van belang!

Utiliteitsbouw
Bij utiliteitsbouw wordt het afgifterendement per warmtapwatersysteem ($\eta_{W;em}$) bepaald door de afstand tussen het opwekkingstoestel en de tappunten. Hoe dichter het opwekkingstoestel zich bij de tappunten bevindt, hoe hoger het afgifterendement.

Forfaitaire leidinglengtes en bijbehorende systeemrendementen			
Leidinglengte opwekkingstoestel	[m]	Inwendige diameter (2/3 deel v/d lengte)	Afgifterendement
Tappunt aanrecht	8-10	≤ 10 mm	$\eta_{W;em;k}$ 0.48
Tappunt aanrecht	8-10	> 10 mm	$\eta_{W;em;k}$ 0.36
Tappunt badkamer	6-8	n.v.t.	$\eta_{W;em;b}$ 0.86

Forfaitaire leidinglengtes en systeemrendementen		
	[m]	Afgifterendement
Gemiddelde lengte uittapleidingen tussen tappunten en het opwekkingstoestel, de afleverset of het circulatiesysteem	≤ 3	$\eta_{W;em}$ 1.0
Gemiddelde lengte uittapleidingen tussen tappunten en het opwekkingstoestel, de afleverset of het circulatiesysteem	> 3	$\eta_{W;em}$ 0.8

Aandachtspunten toetsing

- Controleer bij leidinglengten korter dan de forfaitaire leidinglengten, de opgegeven lengten aan de hand van de bouwtekeningen.
- Controleer in de installatietechnische gegevens de diameter van de uittapleidingen, met name wanneer in de berekening diameters van 10 mm of kleiner zijn opgegeven.
Een diameter van ≥ 10 mm komt namelijk het meeste voor.

Aandachtspunten controle bouwplaats

- Controleer op de bouwplaats de positie van het opwekkingstoestel voor warmwater, met name bij korte leidinglengten.
- Controleer de diameter van de uittapleidingen, met name wanneer in de berekening diameters van 10 mm of kleiner zijn opgegeven. Een diameter van ≥ 10 mm komt namelijk het meeste voor.

5.3.3 Distributierendement warmwatersysteem

Door middel van het interne en externe distributierendement ($\eta_{W;dis;int+ext}$) worden de verliezen van het distributiesysteem van het warmwatersysteem in het gebouw en/of op het eigen perceel in rekening gebracht. Er zijn twee verschillende distributiesystemen mogelijk.

- Een circulatiesysteem voor warm tapwater:

Bij een circulatiesysteem voor warm water circuleert er warm water door het gebouw in de zogenoemde circulatieleidingen. Tappunten zijn aangesloten op deze circulatieleidingen. Het warme water in de circulatieleidingen wordt opgewekt door één of meer centraal opgestelde opwekkingstoestellen. Door de toepassing van circulatieleidingen is de wachttijd voor warm water altijd kort, ongeacht de afstand van het tappunt tot het opwekkingstoestel.

- Een circulatiesysteem van collectieve verwarming (blokverwarming) of externe warmtelevering:
Bij een circulatiesysteem van blokverwarming of externe warmtelevering circuleert er warm water door het gebouw voor zowel ruimteverwarming als tapwater.
Het principe werkt hetzelfde als bij een circulatiesysteem voor tapwater alleen de opwekking is anders.

Het bepalen van het interne en externe distributierendement kan met de forfaitaire methode, waarbij het rendement alleen afhankelijk is van de dikte van de isolatie van de circulatieleidingen, zie tabel op pagina 68.

Forfaitaire interne en externe distributierendementen		
	Isolatiedikte [mm]	Rendement ($\eta_{W;dis;int+ext}$) [-]
Woningbouw	0	0,40
Woningbouw	≥ 10	0,60
Woningbouw	≥ 20	0,70
Utiliteitsbouw	0	0,25
Utiliteitsbouw	≥ 10	0,40
Utiliteitsbouw	≥ 20	0,50

Bij de uitgebreide methode moet per leidingdeel de lengte, de diameter en de isolatiedikte opgegeven worden.

Daarnaast worden door middel van het conversierendement ($\eta_{W;dis;conv}$) de warmteverliezen van een eventueel aanwezige individuele afleverset voor blokverwarming of externe warmtelevering in rekening gebracht.

De waarde voor het conversierendement is alleen afhankelijk van het temperatuurniveau van de blokverwarming of externe warmtelevering: HT ($\eta_{W;dis;conv} = 0,75$) of LT ($\eta_{W;dis;conv} = 0,85$).

Aandachtspunten toetsing

- Controleer bij toepassing van een circulatieleiding, een collectief tapwatersysteem of externe warmtelevering in de installatietechnische gegevens of de juiste isolatiedikte van de circulatieleidingen is aangehouden in de berekening.

- Controleer in de installatietechnische gegevens of bij toepassing van een afleverset voor warmtapwater het juiste temperatuurniveau is aangegeven.

Aandachtspunten controle bouwplaats

- Tussentijdse controle: controleer of bij toepassing van een circulatieleiding, een collectief tapwatersysteem of externe warmtelevering de circulatieleidingen van de juiste dikte isolatie worden voorzien.
- Controleer of de aan/afwezigheid van een afleverset voor warmtapwater overeenkomt met de berekening.

5.3.4 Elektrische/elektro boiler

Beschrijving

Een elektro-boiler (ook wel close-in boiler genoemd) is een kleine elektrische boiler met een voorraadvat voor warmtapwater van 10 tot 15 liter. Een close-in boiler wordt in de huidige nieuwbouwpraktijk voornamelijk in keukens gebruikt om de wachttijd op warmtapwater te verkorten. Bijkomend voordeel is dat het leidingverlies dan ook minder wordt. Een elektro-boiler wordt dicht bij het tappunt geplaatst, bijvoorbeeld in een kastje onder het aanrecht.

Gewone (grote) elektrische boilers worden in de huidige nieuwbouwpraktijk vrijwel niet toegepast. Men komt ze wel tegen

in de bestaande bouw, bijvoorbeeld in flats met een centraal ketelhuis voor de verwarming. Een elektrische boiler is een individueel voorraadtoestel dat tapwater elektrisch verwarmt. Vanuit energetisch oogpunt is dit niet gunstig, het energiegebruik is hoog. Een ander nadeel van een elektrische boiler is dat het toestel relatief veel plaats in neemt en dicht bij de tappunten moet worden geplaatst om het energiegebruik nog enigszins te beperken. Er zijn echter ook enkele voordelen van een elektrische boiler te noemen: er hoeft geen afvoer voor verbrandingsgassen te worden gemaakt. Daarnaast is elektriciteit in iedere woning voorhanden, terwijl niet alle woningen zijn voorzien van een gasaansluiting.

Vanwege het overall lagere rendement (d.w.z. inclusief het opwekkingsrendement van de landelijke elektriciteitsvoorziening) van close-in en elektrische boilers (elektrisch), hebben deze een minder gunstig effect op de EPC dan bijvoorbeeld een HR-combi-ketel.

Utiliteitsbouw

Vanwege de lage aanschaf kosten worden close-in boilers vaak toegepast in utiliteitsgebouwen met een lage warmtapwatervraag. In de meeste utiliteitsgebouwen is de warmtapwatervraag relatief laag. Alleen in de werkkasten, pantry's en eventueel toiletten zijn meestal tappunten voor warmwater aanwezig. In cellengebouwen, sportgebouwen, ziekenhuizen en logiesgebouwen is de vraag naar warmtapwater

groter. In de energieprestatierekenmethodiek wordt rekening gehouden met dit verschil in warmtapwaterbehoefte per gebruiksfunctie.

Doordat in een close-in boiler het water met een elektrisch element wordt verwarmd, is het rendement relatief laag. Bij een kleine warmtapwatervraag is dit veelal geen probleem, en weegt de lage aanschafprijs op tegen de (iets) hogere energierekening. Het voordeel van een close-in boiler is dat de leidinglengte van het toestel naar het warmtapwaterpunt kort is, hierdoor is warmtapwater snel beschikbaar. Door deze korte leidinglengte wordt het leidingverlies ook beperkt.

Een elektrische boiler is vergelijkbaar met een close-in boiler. Het verschil bestaat uit de grootte van het voorraadvat voor warmtapwater. In close-in boilers kan zo'n 10-15 liter worden opgeslagen, bij elektrische boilers kan dit oplopen tot het 10-voudige hiervan of nog meer.

Ook bij een elektrische boiler is het rendement relatief laag. Een elektrische boiler kan worden toegepast in gebouwen waar incidenteel een relatief grote warmtapwatervraag is, bijvoorbeeld kleine sportgebouwen met doucheruimten of kantoorgebouwen waarin incidenteel overnacht wordt door enkele personen. Het tapwater wordt vaak gedurende de daluren (goedkope stroom) op temperatuur gebracht. Vanwege de afkoeling van het water tijdens de piekuren is in dat geval een hoge temperatuur van het warmtapwater (tot ca. 80°C) noodzakelijk in verband met

het voorkomen van Legionella. Er zijn ook boilers waar het tapwater op verzoek kan worden verwarmd met behulp van een afzonderlijk verwarmingselement met een grotere capaciteit (twee-spanboilers). Hiermee kan het tapwater in relatief korte tijd (ca. 2.5 uur) op de juiste temperatuur worden gebracht.



In een elektrische boiler wordt een relatief grote voorraad water warm gehouden.

Opwekkingsrendement

Het opwekkingsrendement van close-in en elektrische boilers is op het eerste gezicht vrij hoog. Echter in de EPC-berekening wordt ook rekening gehouden met het (lage) opwekkingsrendement van de landelijke elektriciteitsvoorziening, waardoor het primaire energiegebruik van close-in en elektrische boilers relatief hoog is. In de berekening kan ook gebruik worden gemaakt van forfaitaire waarden. Wanneer hogere rendementen zijn opgenomen, moeten deze worden onderbouwd met een kwaliteits- of een gelijkwaardigheidsverklaring.

Relaties met andere installaties

Een close-in boiler voorziet meestal slechts één tappunt van warmtapwater. Voor de overige tappunten wordt doorgaans een ander toestel gebruikt. In principe is elk opwekkingstoestel voor warmtapwater hiervoor geschikt.

Ook de keuze van het type verwarmingstoestel is onafhankelijk van de keuze voor een close-in boiler in de keuken.

Het is niet gebruikelijk een gewone (grote) elektrische boiler ten behoeve van warmtapwaterbereiding te combineren met een ander opwekkingstoestel voor de verwarming van het tapwater.

Utiliteitsbouw

Close-in boilers en elektrische boilers kunnen onafhankelijk van het type klimatiseringssysteem worden toegepast. Ze worden voornamelijk in gebouwen met een lage warmtapwatervraag

gebruikt. Voordeel van het toepassen van een close-in boiler of een elektrische boilers is dat er relatief weinig voorzieningen getroffen hoeven worden: een water- en elektriciteitsaansluiting zijn voldoende.

Omdat een gewone (grote) elektrische boiler veelal meerdere tappunten van warmtapwater voorziet, is het aan te raden de boiler centraal ten opzichte van de verschillende tappunten te plaatsen. De afstand van de tappunten tot de elektrische boiler zal dan gering zijn, waardoor het leidingverlies kan worden beperkt.

Aandachtspunten toetsing

- Check de leidinglengte die in de berekening is ingevoerd en controleer op tekening of de close-in boiler inderdaad dicht bij het tappunt is geplaatst.
- Controleer aan de hand van de tekeningen of in de EPC-berekening de juiste tappunten bij de juiste toestellen zijn ingevuld.
- Elektrische boilers ten behoeve van de warmtapwatervoorziening in de gehele woning (keuken en badkamer) worden nauwelijks meer toegepast in nieuwbouwwoningen.
- Controleer of het volledig gebruiksoppervlak van alle rekenzones aangewezen is op minimaal één warm tapwatersysteem. Wanneer het tapwatersysteem alleen wordt gebruikt voor de keuken moet ook een tapwatersysteem

worden aangewezen voor de badkamer, ook in die rekenzones waar deze voorziening niet aanwezig is.

- De warmtapwaterbehoefte is per gebruiksfunctie verschillend, in de berekeningsmethode wordt dus rekening gehouden met het feit dat in een kantoorgebouw vrijwel alleen warmtapwater wordt gebruikt voor schoonmaakdoeleinden. Dit energiegebruik mag niet worden verwaarloosd.
- Elektrische boilers nemen relatief veel ruimte in, controleer op tekening of hier voldoende rekening mee is gehouden.

Aandachtspunten controle bouwplaats

- Controleer op de bouw of de afstand van de tappunten tot de elektrische boiler juist is.

5.3.5 Combiketel

Beschrijving

Een CV-combiketel is een gasgestookte ketel, waarin ruimte- en tapwaterverwarming zijn gecombineerd. Momenteel wordt dit toestel het vaakst toegepast in nieuwbouwwoningen.

Een CV-combiketel wordt meestal individueel toegepast.

Collectieve CV-combiketels, waarbij verschillende woningen op één toestel zijn aangesloten, komen weinig voor in verband met de lange wachttijden voor warmtapwater. Een zonneboilercombi is een bijzondere variant van de CV-combiketel met een zonneboiler.

Combiketels zijn verkrijgbaar als doorstroom (combiketel)- of voorraadtoestellen (combiketel met voorraadvat, gasboiler en indirect gestookte boilers). In een voorraadtoestel wordt een hoeveelheid warmwater opgeslagen in een voorraadvat. Dit vat wordt op een vooraf ingestelde temperatuur gehouden. Het warmtapwater kan op een later tijdstip worden gebruikt. Voorraadtoestellen hebben een ingebouwd vat van 25 tot 80 liter. Bij doorstroomtoestellen wordt tapwater, na het openen van de kraan, met behulp van een tapspiraal verwarmd. Wanneer warmtapwater wordt getapt, wordt bij de meeste toestellen tijdelijk geen warmte aan het verwarmingssysteem geleverd. Sommige doorstroomtoestellen hebben een voorraadvat van 20 tot 30 liter, zodat de ketel niet bij elke vraag naar warmtapwater aanslaat. Ook is het mogelijk een comfortregeling op het toestel te hebben die ervoor zorgt dat het tapgedeelte van de ketel op temperatuur blijft. Dit reduceert de wachttijd.

Bij een indirect gestookte boiler verwarmt een CV-ketel een apart opgestelde boiler. In de boiler is een verwarmingselement aanwezig dat aangesloten is op het CV-systeem.

GASKEUR		
HR	HR Verwarming	107
HR _{ww}	HR Warm Water	
CW	Comfort Warm Water	3
SV	Schonere Verbranding	
NZ	Naverwarming Zonneboiler	

Doorgaans zal een toestel zijn voorzien van één of meerdere Gaskeur-labels. Het hierboven getoonde label is van een zeer zuinige combi-ketel met een verwarmingsrendement van tenminste 1.07 (HR-107) en een zeer hoog warmwater-rendement (HR_{ww}). De warmwatervoorziening is van CW-toepassingsklasse 3 en het toestel is tevens geschikt als naverwarmer in een zonneboilersysteem (NZ). Uit het SV-label blijkt tenslotte dat door de schonere verbranding de NO_x-emissie zeer laag is.

Type ketel	Label	Verklaring gaskeurlabel op de ketel
VR-ketel	Gaskeur	Basislabel; rendement op onderwaarde: ≥ 0.885
HR-ketel	HR	Hoog Rendement verwarming
	HR-100	Rendement op onderwaarde: 1.00-1.04
	HR-104	Rendement op onderwaarde: 1.04-1.07
	HR-107	Rendement op onderwaarde: 1.07-1.10
HR-combiketel	HRww	Hoog Rendement warm water; het toestel voor tapwaterverwarming heeft een zeer hoog rendement: gecombineerd met HR-label: ≥ 0.75
(HR/VR) combiketel	CW	Comfort Warmwater; het toestel voor tapwaterverwarming heeft een behoorlijk rendement: gecombineerd met HR-label: ≥ 0.67
CO-/NOx arme ketel	SV	Schonere Verbranding: uitstoot CO ≤ 160 ppm (alle toestellen) uitstoot NOx ≤ 40 ppm voor toestellen ≤ 31.5 kW uitstoot NOx ≤ 60 ppm voor toestellen van 31.5-600 kW
Zonneboiler (combi)	NZ	Naverwarming Zonneboilers; het toestel is geschikt als naverwarmer bij een zonneboiler; warmwatertemperatuur ≥ 60°C

Utiliteitsbouw

In de meeste utiliteitsgebouwen is de warmtapwatervraag relatief laag. Alleen in de werkkasten, pantry's en eventueel toiletten zijn meestal tappunten voor warmwater aanwezig. In cellengebouwen, sportgebouwen, ziekenhuizen en logiesgebouwen is de vraag naar warmtapwater groter. In de energieprestatierekenmethodiek wordt rekening gehouden met dit verschil in warmtapwaterbehoefte per gebruiksfunctie.

Een CV-combiketel is een gasgestookte ketel, waarin ruimte- en tapwaterverwarming zijn gecombineerd. CV-combiketels zijn door hun grotere capaciteit en relatief lage energiegebruik geschikt om toe te passen in gebouwen met een wat hogere

warmtapwatervraag. Met name sportgebouwen, klinische gezondheidszorggebouwen en logiesgebouwen komen in aanmerking. Naast de combiketels zijn er ook nog enkele andere gasgestookte toestellen: de gasboilers, indirect gestookte boilers en geisers. Deze systemen hebben vrijwel eenzelfde toepassingsgebied als de combiketels. Indirect gestookte boilers worden in ziekenhuizen en zorgcentra veelal toegepast.

Ten opzichte van elektrische warmtapwatertoestellen hebben gasgestookte gastoestellen het nadeel dat er altijd een voorziening voor de afvoer van de verbrandingsgassen moet worden getroffen. Dit om, bij onvolledige verbranding, koolmonoxidevergiftiging te voorkomen.

In utiliteitsgebouwen met een relatief lage warmtapwatervraag kan gebruik worden gemaakt van een geiser die dicht bij het tappunt wordt geplaatst. Vanwege grotere warmtapwatervraag kan in sport- en logiesgebouwen voor tapwaterverwarming gebruik worden gemaakt van gasboilers of CV-combiketels.

Opwekkingsrendement

Het opwekkingsrendement van een CV-combiketel ten behoeve van warmtapwater wordt bepaald door het type ketel,

de comfortklasse en de grootte van het gebouw (het gebruik). Wanneer een hoge comfortklasse (dit is een toestel met een grote capaciteit) in een relatief kleine woning wordt toegepast, wordt een correctiefactor toegepast ($c_{w,gen}$), waardoor het opwekkingsrendement lager wordt. Dit omdat de ketel dan meer warm water kan leveren dan gebruikelijk is voor een woning van die grootte, waardoor de ketel op een lager rendement zal draaien.



Deze combiketel is een doorstroomtoestel.



Opengewerkte HR combiketel.

Het rendement van een indirect gestookte boiler is ten eerste afhankelijk van het type verwarmingstoestel dat wordt gebruikt (een HR-ketel met CV-boiler of een VR-ketel met CV-boiler). Daarnaast is het rendement afhankelijk van de verliezen van het voorraadvat, de leidingen tussen het verwarmingstoestel en het voorraadvat en de eventueel aanwezige externe warmtewisselaar. Voor het bepalen van deze verliezen zijn de volgende gegevens nodig: het volume van het voorraadvat, het vermogen van de warmtewisselaar, lengte van het leidingwerk tussen

verwarmingstoestel en voorraadvat, verschillende temperaturen en isolatiewaarden. Vaak zullen deze gegevens niet bekend zijn ten tijde van de EPC-berekening. Wanneer niet alle gegevens bekend zijn dan wordt het rendement van een indirect gestookte boiler bepaald aan de hand van het type verwarmingstoestel dat wordt gebruikt in combinatie met de isolatiedikte van het voorraadvat, het leidingwerk en de eventueel aanwezige warmtewisselaar, zie tabel 1. Er kan in de berekening gebruik worden gemaakt van forfaitaire waarden. Wanneer hogere rendementen zijn opgenomen, moeten deze worden onderbouwd met een kwaliteits- of een gelijkwaardigheidsverklaring. Let er hierbij op dat het juiste rendement is opgegeven, zie paragraaf 7.2.

Relaties met andere installaties

Een CV-combiketel kan worden gecombineerd met zonnecollectoren of een close-in boiler (als de CV-ketel op grote afstand van de keuken is gesitueerd). Bij toepassing van een CV-combiketel moet uiteraard bij het onderdeel Verwarming ook aangegeven zijn dat sprake is van een CV-ketel!

Forfaitaire opwekkingsrendementen $\eta_{W;gen;gi}$ combiketels	
Gasgestookt warmwater- of combitoestel	0.30
Gasgestookt warmwatertoestel CW	$C_{W;gen} * 0.4$
Gasgestookt combitoestel CW	$C_{W;gen} * 0.5$
Gasgestookt combitoestel HR/CW	$C_{W;gen} * 0.6$
Gasgestookt combitoestel HRww	$C_{W;gen} * 0.675$

Forfaitaire opwekkingsrendementen $\eta_{W;gen;gi}$ indirect gestookte toestellen (bij plaatsing binnen de begrenzing van de energieprestatieberekening)			
	Minimaal 20 mm isolatie voorraadvat, leidingwerk en warmtewisselaar	Minimaal 10 mm isolatie voorraadvat en leidingwerk (geen isolatie warmtewisselaar)	Geen isolatie voorraadvat, leidingwerk en warmtewisselaar
VR-ketel met CV-boiler	0,70	0,625	0,40
HR107-ketel met CV-boiler	0,80	0,70	0,45

Utiliteitsbouw

Bij toepassing van een HR- of VR-combiketel voor tapwater zal voor de verwarming van het gebouw uiteraard ook gebruik gemaakt worden van ditzelfde type ketel. Gasboilers kunnen goed in combinatie met een warmtekrachtinstallatie voor ruimteverwarming worden toegepast. In ziekenhuizen en grote logiesgebouwen zal veelal een circulatieleiding worden toegepast.

Aandachtspunten toetsing

- Controleer of de ingevoerde comfortklasse van de ketel overeenkomt met het installatietechnische ontwerp. Let op bij gelijkwaardigheidsverklaringen: in een gelijkwaardigheidsverklaring wordt vaak het maximale rendement van de ketel genoemd, uitgaande van de hoogste comfortklasse. Zo nodig moet dit worden omgerekend naar de juiste klasse.
- Ga aan de hand van de tekeningen na of de afstand van de tappunten tot het tapwatertoestel juist is. Het is altijd toegestaan om de werkelijke leidinglengten naar de badruimte en het aanrecht (= kortste horizontale + verticale afstand) in te vullen, maar ook om van de forfaitaire leidinglengten uit te gaan.

Utiliteitsbouw

- Bij geisers zal de afstand tot de tappunten in veel gevallen kleiner dan 3 meter zijn.
- Controleer aan de hand van de tekeningen of in de EPC-berekening de juiste tappunten bij de juiste toestellen zijn ingevuld.

- Controleer of het volledig gebruiksoppervlak van alle rekenzones aangewezen is op minimaal één warm tapwatersysteem.
- De warmtapwaterbehoefte is per gebruiksfunctie verschillend, in de berekeningsmethode wordt dus rekening gehouden met het feit dat in een kantoorgebouw vrijwel alleen warmtapwater wordt gebruikt voor schoonmaakdoeleinden.
- Wanneer er in een tapwatersysteem verschillende toestellen voor de opwekking aanwezig zijn, dienen deze allemaal ingevoerd te worden.

Aandachtspunten controle bouwplaats

- Controleer op de bouw de afstand en aanwezigheid van de tappunten.
- Ga na of er een voorziening is getroffen voor het afvoeren van de verbrandingsgassen.
- Gasgestookte toestellen kunnen van één of meer gaskeurlabels zijn voorzien. Controleer op de bouw of de invoergegevens bij de EPC-berekening kloppen met de labels op de CV-ketel (HR, HRww, CW).
- Ga na of het type warmtapwatertoestel (bijvoorbeeld HR-combiketel) een logische combinatie vormt met het type verwarmingstoestel (in dat geval een HR-100, HR-104 of HR-107 ketel).

5.3.6 Warmtekracht en micro WKK

Beschrijving

In een (micro)warmtekrachtinstallatie (warmtekrachtkoppeling of warmtekrachtcentrale, verder (micro)WKK genoemd) wordt gas verbrand waardoor een motor of turbine wordt aangedreven die elektriciteit opwekt door middel van een generator.

De warmte die bij dit verbrandingsproces vrijkomt kan worden gebruikt voor de verwarming van het gebouw, het warmtapwater en eventueel de aandrijving van een absorptiekoelmachine (zie paragraaf 5.4.4).

Voor individuele woningen zijn inmiddels zogenoemde micro-WKK-units ontwikkeld. Deze komen nog niet veel voor, maar zijn wel in opmars. In een micro-WKK wordt een kleine stirling-motor gebruikt om een dynamo aan te drijven. De ontwikkeling van micro-WKK is nog in volle gang. Naast de ontwikkeling van de stirling micro-WKK, worden er ook micro-WKK-units met een verbrandingsmotor ontwikkeld. In het najaar van 2010 is de HRe-ketel op de markt gekomen. Dit is een microWKK gecombineerd met een HR(combi)ketel in één toestel. Een HRe-ketel is geschikt voor toepassing in een enkele woning.

Warmtekracht kan zowel op gebouwniveau (gebouwgebonden warmtekracht) als op clusterniveau worden toegepast, waarbij de clusters kunnen variëren van blok tot wijk. Er is dan sprake van warmtelevering door derden (zie ook paragraaf 5.3.7).



Een miniwarmtekrachtinstallatie kan een kleine cluster van woningen of een klein woongebouw voorzien van energie.

Voor meer informatie over de verschillende warmtekracht-systemen wordt verwezen naar paragraaf 5.1.3.

Opwekkingsrendement

Het opwekkingsrendement van gebouwgebonden WKK kan forfaitair worden bepaald of met de uitgebreide methode. Het opwekkingsrendement van het toestel ten behoeve van warmtapwater is hetzelfde als het opwekkingsrendement van gebouwgebonden WKK ten behoeve van verwarming en volgt uit het thermisch omzettingsgetal voor een HT-systeem (zie paragraaf 5.1.3).

Relaties met andere installaties

Gebouwgebonden WKK ten behoeve van warmtapwater is alleen mogelijk in combinatie met gebouwgebonden warmtekracht voor verwarming.



Bij dit project is een miniwarmtekrachtinstallatie gecombineerd met een zonneboiler en HR-ketels. De warmte van de zonneboiler en de mini-WKK die niet direct wordt gebruikt, wordt opgeslagen in boilervaten (1000 m³). Alleen als de capaciteit onvoldoende is worden de HR-ketels ingezet.

Aandachtspunten toetsing

- In de EPC-rekenmethodiek wordt onderscheid gemaakt tussen gebouwgebonden warmtekracht en warmtelevering door derden. Controleer of de invoer in de berekening klopt met de daadwerkelijke situatie:
 - Bij gebouwgebonden warmtekracht wordt de warmtelevering beperkt tot levering aan (een) gebouw(en) op eigen perceel en worden altijd hulptoestellen ('niet preferent') gebruikt;
 - In andere gevallen is er sprake van warmtelevering door derden (zie paragraaf 5.3.7).
- Gebouwgebonden warmtekracht ten behoeve van warmtapwater wordt altijd gecombineerd met gebouwgebonden warmtekracht voor verwarming. Andersom hoeft niet het geval te zijn. Controleer dit in de invoer van de berekening.

5.3.7 Externe warmtelevering*Beschrijving*

Externe warmtelevering wordt ook wel warmtedistributie of stadsverwarming genoemd. Bij deze vorm van warmteopwekking wordt gebruik gemaakt van restwarmte uit elektriciteitscentrales (STEG/gasmotor), afvalverbrandingsinstallaties, industrie en/of biomassacentrales. De geleverde warmte wordt meestal voor zowel ruimte- als tapwaterverwarming gebruikt.

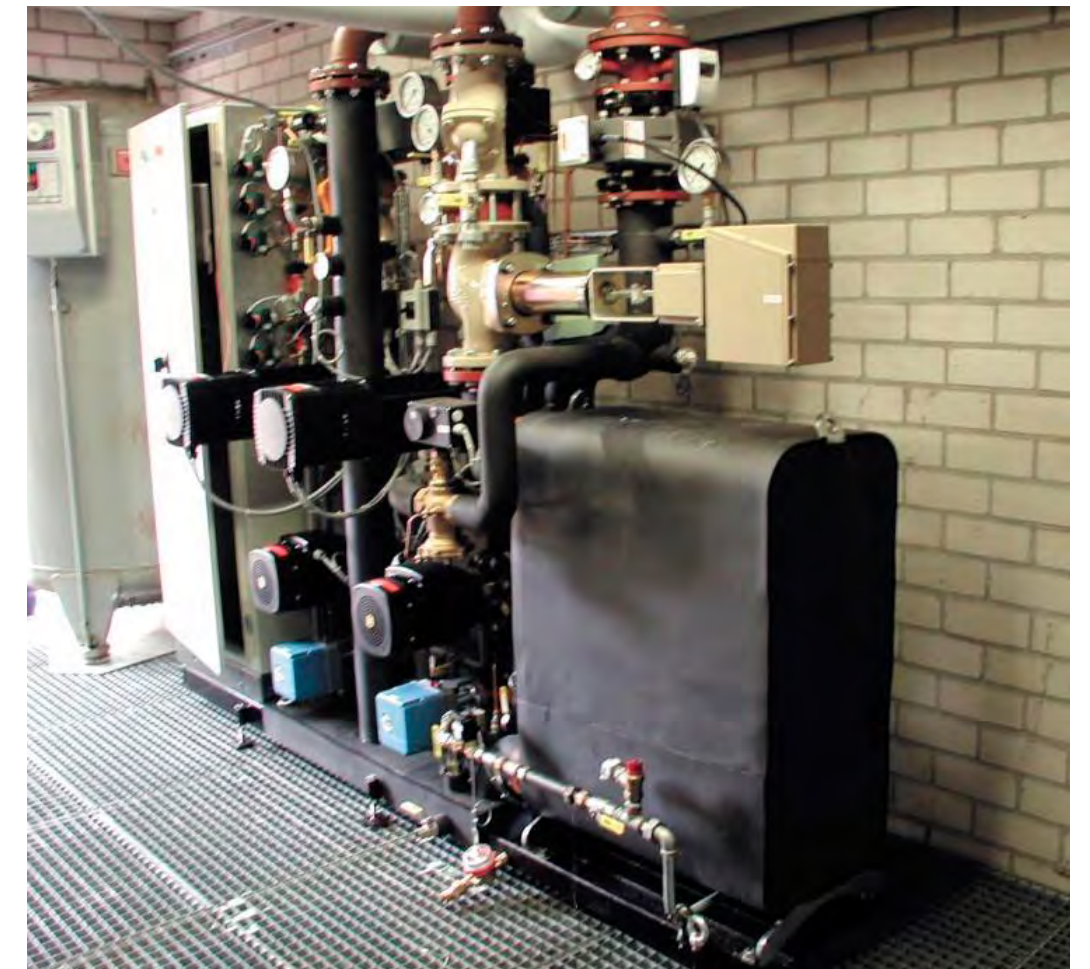
Externe warmtelevering is een collectief systeem, waarbij de afnemers van de warmte niet eenduidig benoembaar en aanwijsbaar zijn. De warmte wordt via een distributienet naar de afnemer gebracht.

Externe warmtelevering is geschikt voor zowel grootschalige nieuwbouwprojecten als (kleinschaligere) bedrijven, flats en bestaande woningen. Over het algemeen is bij externe warmtelevering ook sprake van individuele bemetering. Dit betekent dat per woning/gebouw de daadwerkelijk gemaakte kosten doorberekend worden.

Wanneer in een wijk een centrale gasmotor, warmtekrachtinstallatie of warmtepomp wordt geplaatst waarop de woningen zijn aangesloten spreekt men ook van externe warmtelevering. Indien in een woongebouw een dergelijke installatie wordt opgesteld, die alleen ten behoeve van het woongebouw wordt gebruikt, is er geen sprake van externe warmtelevering, maar van gebouwgebonden warmtekracht (zie paragraaf 5.3.6) of een collectieve warmtepomp (zie paragraaf 5.3.8).

Utiliteitsbouw

Bij warmtelevering door derden wordt in de technische ruimte van het gebouw een (of meerdere) warmtewisselaar(s) opgesteld. In deze warmtewisselaar wordt de warmte van het distributienet afgegeven aan het verwarmings- en/of warmtapwaternet van het gebouw. Vervolgens wordt de warmte binnen het gebouw op dezelfde wijze gedistribueerd als bij een conventionele installatie.



Primair aflevercentrum bij warmtelevering door derden in een utiliteitsgebouw.

Opwekkingsrendement

Warmtelevering door derden betreft over het algemeen restwarmte: warmte die over is. Het opwekkingsrendement op de grens van het gebouw of perceel is in de NEN 7120 vastgesteld op 1,0. Indien men voor het bepalen van de EPC energievoorzieningen op gebiedsniveau in rekening wil brengen – bijvoorbeeld een hoger opwekkingsrendement voor externe warmtelevering – dan moet dit conform de NVN 7125 bepaald worden (zie hoofdstuk 6).

Relaties met andere installaties

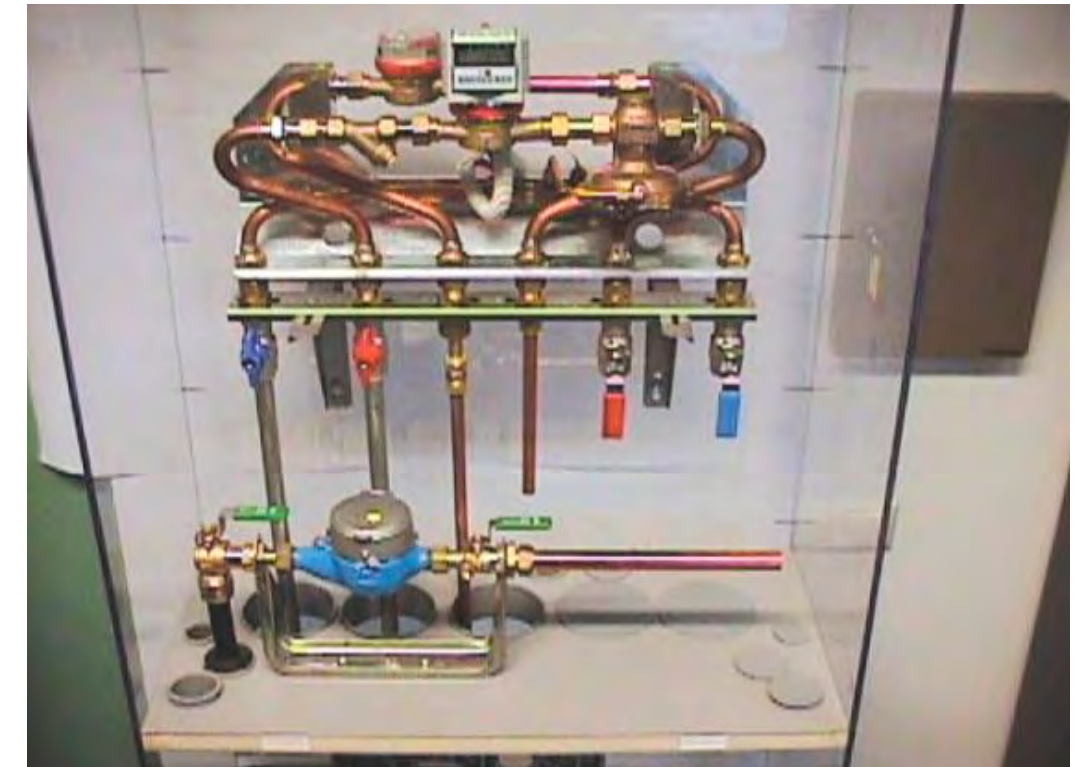
Warmtelevering kan worden gecombineerd met een close-in boiler of een zonnecollector, beide ten behoeve van warmtapwaterbereiding. Wanneer bij het tapwatersysteem sprake is van externe warmtelevering, zal dit bij het verwarmingssysteem ook vrijwel altijd het geval zijn.

Utiliteitsbouw

Uiteraard kan warmtelevering door derden alleen worden toegepast in die plaatsen of wijken waar deze voorziening aanwezig is. Door de hoge kosten is warmtelevering door derden voor tapwater alleen een optie voor gebouwen met een grote warmtapwaterbehoefte. In de meeste andere situaties zal voor gebouwen met een lage warmtapwaterbehoefte veelal gekozen worden voor individuele toestellen, zoals een HR-ketel of close-in boiler.

Aandachtspunten toetsing

Het is gebruikelijk de geleverde warmte voor zowel ruimte- als tapwaterverwarming te gebruiken. Controleer of in de berekening een afleverset voor warmtapwaterbereiding is aangegeven. In woningen met externe warmtelevering is meestal geen gasaansluiting aanwezig. Ga na of in de EPC-berekening geen andere gasgestookte toestellen zijn opgenomen.



De warmte-installatie in de woning zelf is zo klein dat deze onderin de meterkast kan worden geplaatst.

Aandachtspunten controle bouwplaats

- Het is gebruikelijk de geleverde warmte voor zowel ruimte- als tapwaterverwarming te gebruiken. Controleer op de bouwplaats of er (voorbereidingen voor) een afleverset voor warmtapwaterbereiding aanwezig is.
- In woningen met externe warmtelevering is meestal geen gasaansluiting aanwezig. Controleer op de bouwplaats de afwezigheid van een gasaansluiting.

5.3.8 Combiwarmtepomp

Beschrijving

Het is mogelijk om voor de verwarming van het tapwater een warmtepomp te gebruiken die zijn warmte onttrekt aan bronnen, zoals buitenlucht, oppervlaktewater of grondwater (aquifer). In deze situatie kan de opgewekte warmte worden gebruikt voor zowel ruimte- als tapwaterverwarming. Het rendement voor de opwekking van warmtapwater van een dergelijke warmtepomp is echter niet zo hoog. In geval van ruimte- en tapwaterverwarming spreken we van een combiwarmtepomp.



Gaswarmtepomp.

Utiliteitsbouw

Warmtepompen worden niet vaak gebruikt voor de verwarming van het tapwater in utiliteitsgebouwen, omdat de warmtapwatervraag meestal relatief laag is.

Opwekkingsrendement

Het opwekkingsrendement van een warmtepomp ten behoeve van warmtapwater wordt bepaald door het type warmtepomp, de gebruikte warmtebron, de comfortklasse en het gebruik. Als een hoge comfortklasse in een relatief kleine woning wordt toegepast, wordt een correctiefactor toegepast ($C_{W,gen}$). Er kan in de berekening gebruik worden gemaakt van forfaitaire waarden. Wanneer hogere rendementen zijn opgenomen, moeten deze worden onderbouwd met een kwaliteits- of een gelijkwaardigheidsverklaring.

Indien een warmtepomp is voorzien van een Warmtepompkeur (van de Stichting Energie Prestatie Keur) voor warmtapwaterbereiding, dan mag het rendement berekend worden met $C_{W,gen} * 2,2$ voor een warmtepomp met grondwater als bron of $C_{W,gen} * 2,0$ voor een warmtepomp met bodem als bron. Dit geldt ook als het opwekkingsrendement voor tapwater is bepaald volgens bijlage A van de NEN 7120, en minimaal 2,2 bedraagt voor een warmtepomp met grondwater als bron of minimaal 2,0 voor een warmtepomp met bodem als bron.

Toepassing in een hogere klasse dan waarbij het rendement is gemeten is niet toegestaan (zie opmerking 3 op blz. 281 v/d norm). Dan zal de (elektrische) bijstook voorziening namelijk vaker nodig zijn, waardoor het rendement aanzienlijk kan dalen.

Forfaitair opwekkingsrendement $\eta_{W;gen;gj}$ combiwarmtepompen	
- Combiwarmtepomp grondwater als bron en rendement gemeten volgens bijlage A minimaal 2,2 - Combiwarmtepomp bodem als bron en rendement gemeten volgens bijlage A minimaal 2,0	$C_{W;gen} \times 2,2$
Combiwarmtepomp andere bron dan ventilatieretourlucht niet conform bijlage A	$1,4 \times C_{source}$ (C_{source} bepalen conform bijlage D, of forfaitaire waarde 1,0)

Relaties met andere installaties

Een warmtepomp ten behoeve van warmtapwater kan eventueel worden gecombineerd met een close-in boiler. Een combinatie met een zonnecollector is eveneens mogelijk.

Aandachtspunten toetsing

- Controleer bij toepassing van een warmtepomp conform bijlage A of ook daadwerkelijk een warmtepomp in het installatietechnische ontwerp is opgenomen die aan de minimale rendementseisen voldoet.
- Controleer of de comfortklasse (CW) die in de berekening is aangehouden overeenkomt met het installatietechnische ontwerp. Controleer ook het bijbehorende rendement.

In een kwaliteitsverklaring wordt vaak het maximale rendement van het toestel genoemd, uitgaande van de hoogste klasse. Zo nodig moet dit worden omgerekend naar de juiste klasse.

Aandachtspunten controle bouwplaats

- Controleer of het juiste type warmtepomp is toegepast.
- Controleer op de bouw of het juiste merk en type warmtepomp is toegepast, zeker in geval van een gelijkwaardigheids- of kwaliteitsverklaring.

5.3.9 Warmtepompboiler

Beschrijving

Wanneer in een woningbouwproject sprake is van warmtepompen voor de verwarming van het tapwater, wordt in de meeste gevallen een warmtepompboiler bedoeld. Een warmtepompboiler is een warmtepomp die de warmte uit de ventilatieretourlucht als bron gebruikt. De warmte wordt door de warmtepomp uit de ventilatieretourlucht teruggewonnen en vervolgens gebruikt voor de verwarming van het tapwater. Ventilatieretourlucht heeft te weinig warmte-inhoud om (tevens) in de warmtevraag ten behoeve van ruimteverwarming te kunnen voorzien, vandaar dat dit type toestel vrijwel alleen voor warmtapwater wordt toegepast.

Een warmtepompboiler heeft een bepaalde minimale lucht-volumestroom ($q_{ve;hp}$) nodig om goed te kunnen functioneren. Deze waarde kan bij de fabrikant opgevraagd worden en dient ingevoerd te worden in de EPC-berekening.

Een richtwaarde voor $q_{ve;hp}$ is $0,44 \times A_g$ met een minimum van $44 \text{ dm}^3/\text{s}$. Ook bij utiliteitsgebouwen kan als bron de ventilatie-retourlucht gebruikt worden.

Opwekkingsrendement

Het opwekkingsrendement van een warmtepomp op ventilatieretourlucht ten behoeve van warmtapwater bedraagt 1,4 voor standaard warmtepompboilers. Als het opwekkingsrendement voor tapwater van een warmtepompboiler is bepaald volgens bijlage A van de NEN 7120, en minimaal 2,2 bedraagt, dan wordt het opwekkingsrendement berekend volgens: $\epsilon_{W;gen} \times 2,2$. Het opwekkingsrendement is dan dus afhankelijk van de tapwaterbehoefte van het gebouw. Er kan in de berekening gebruik worden gemaakt van deze forfaitaire waarden. Wanneer hogere rendementen zijn opgenomen, moeten deze worden onderbouwd met een kwaliteits- of een gelijkwaardigheidsverklaring.

Relaties met andere installaties

Een warmtepompboiler is uitermate geschikt voor de toepassing in gebouwen waarin geen gasaansluiting aanwezig is, bijvoorbeeld gebouwen die aangesloten zijn op externe warmtelevering of die gebruik maken van een (collectieve)

Forfaitair opwekkingsrendement $\epsilon_{W;gen;gi}$ warmtepompboilers	
Warmtepomp met ventilatieretourlucht als bron en rendement gemeten volgens bijlage A minimaal 2,2	$\epsilon_{W;gen} \times 2,2$
Warmtepomp met ventilatieretourlucht niet conform bijlage A	1,4



Een warmtepompboiler levert warmte ten behoeve van tapwaterverwarming.

warmtepomp. In woongebouwen met een centrale warmte-opwekking voor de verwarming behoort de warmtepompboiler ook tot de kansrijke mogelijkheden.

Aandachtspunten toetsing

- Controleer wanneer een warmtepompboiler wordt toegepast of de waarde van $q_{ve;hp}$ klopt. Bij toepassing van een warmtepompboiler meestal moet meer mechanisch afgezogen worden dan op grond van de ventilatie-eis volgens het Bouwbesluit. Er is dan sprake van overventilatie. Deze extra ventilatie wordt in de energieprestatienorm berekend aan de hand van $q_{ve;hp}$. De waarde van $q_{ve;hp}$ kan door de leverancier van de warmtepompboiler door middel van een kwaliteitsverklaring worden opgegeven. Wanneer deze niet aanwezig is, kan $q_{ve;hp}$ worden berekend uit $q_{ve;hp} = 0.44 * A_g$ met een minimum van 44 dm³/s.
- Een warmtepompboiler kan niet in combinatie met warmteterugwinning worden toegepast. De warmte die in de ventilatieretourlucht aanwezig is, kan slechts voor één doel gebruikt worden: ofwel voor de verwarming van warmtapwater ofwel voor de voorverwarming van de ventilatielucht.
- Uiteraard is het toepassen van een warmtepompboiler alleen mogelijk wanneer in een gebouw de ventilatielucht mechanisch wordt afgezogen. De wijze van toevoer is niet van belang voor dit systeem, en kan dus zowel mechanisch als natuurlijk worden gerealiseerd.

Aandachtspunten controle bouwplaats

- Een warmtepompboiler kan niet in combinatie met warmteterugwinning worden toegepast. De warmte die in de ventilatieretourlucht aanwezig is, kan slechts voor één doel gebruikt worden: ofwel voor de verwarming van warmtapwater ofwel voor de voorverwarming van de ventilatielucht. Controleer op de bouwplaats dus de afwezigheid van warmteterugwinning.
- Uiteraard is het toepassen van een warmtepompboiler alleen mogelijk wanneer in een gebouw de ventilatielucht mechanisch wordt afgezogen. De wijze van toevoer is niet van belang voor dit systeem, en kan dus zowel mechanisch als natuurlijk worden gerealiseerd. Controleer op de bouwplaats of mechanische afzuiging aanwezig is.

5.3.10 Zonneboiler

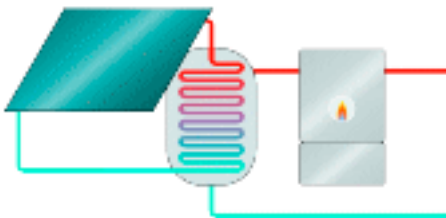
Beschrijving

Een zonneboiler gebruikt zonnewarmte om (een deel van) de warmte die nodig is voor de verwarming van tapwater te leveren. Zij bestaat uit een zonnecollector en een voorraadvat met leidingen daartussen gevuld met een transport medium (water, water met antivries of synthetische vloeistoffen). De inhoud van deze leidingen is gescheiden van het warmtapwater. Er is altijd een naverwarmings-toestel nodig om de temperatuur van het warmtapwater eventueel te verhogen wanneer de zonneboiler niet genoeg warmte levert. In de veel gevallen is dit een cv-ketel.

Een zonneboilersysteem kan zowel voor één woning als voor een woongebouw worden gebruikt. Wanneer een zonneboiler tevens wordt gebruikt ten behoeve van ruimteverwarming en het collectoroppervlakte is groter dan 6 vierkante meter, dan spreekt men over een zonneboilercombi (zie paragraaf 5.1.8).

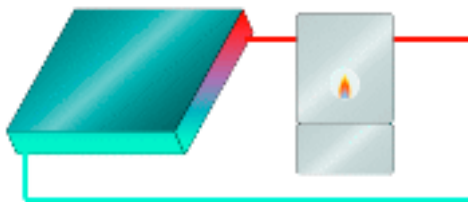
In Nederland zijn zes typen zonneboilers op de markt die zich onderscheiden door de verschillende werkingsprincipes. Hierna volgt een overzicht.

Standaard zonneboiler



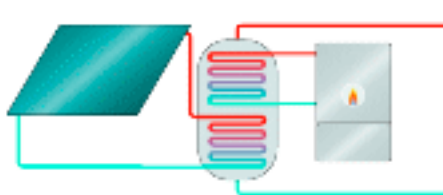
Voorraadvat met combiketel voor naverwarming

Compacte zonneboiler



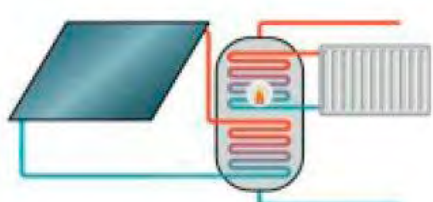
Collector en voorraadvat geïntegreerd

CV-zonneboiler



Extra warmtewisselaar, direct tappen uit voorraadvat => hoger comfort

Zonneboilercombi



Tapwater én verwarming

Type zonneboiler	Werking				Eigenschappen
	1. Terugloopsysteem				
	2. Volledig gevuld circuit				
	3. Thermosifon-systeem				
	4. Compact systeem				
Standaardzonneboiler					Collector/opslag/naverwarming gescheiden
Compact zonneboiler					Collector/opslag gecombineerd, opslag/naverwarming gescheiden
CV-zonneboiler					Collector/opslag gescheiden, opslag/naverwarming gecombineerd
Zonneboiler-combi					Voorraadvat/cv-brander gecombineerd
Hoogbouwsysteem					Collectieve collector; elke woning een voorraadvat en naverwarming
Collectief systeem					Collectieve collector, collectief voorraadvat, collectieve CV-ketel

Werking

Bij een volledig gevuld circuit bestaat de mogelijkheid op overhitting of bevriezing van het systeem. Om dat te voorkomen is een terugloopsysteem ontwikkeld, waarbij het collectorcircuit voorzien is van een pomp.

Deze pomp werkt wanneer de vloeistof in de collector warmer is dan het tapwater in het voorraadvat. Op het moment dat de vloeistof in de collector kouder is dan het tapwater in het voorraadvat, of de temperatuur in het voorraadvat te hoog is, stopt de pomp. Op deze manier wordt oververhitting en bevriezing van het systeem voorkomen. Een thermosifonsysteem maakt gebruik van het feit dat warm water stijgt. Door het voorraadvat boven de collector te plaatsen is geen pomp nodig, waardoor jaarlijks 50-100 kWh pompenergie wordt bespaard. Bij een compact systeem is geen afzonderlijk collectorcircuit aanwezig. Het tapwater wordt direct in de collector opgewarmd. Om bevriezing te voorkomen moet de onderzijde van de collector grenzen aan een ruimte met $T \geq 10^{\circ}\text{C}$. Het systeem is voorzien van een beveiliging tegen oververhitting.

De standaardzonneboiler wordt in Nederland het meest gebruikt. Dit systeem werkt als volgt: zonnewarmte wordt in een collector opgevangen. De warmte wordt overgedragen aan een voorraadvat: de boiler. Naverwarming gebeurt met behulp van een warmwater-toestel (CV-(combi)ketel, boiler (indirect gasgestookt/elektrisch/gas) of geiser met thermostatische regeling. Zonnecollectoren zijn er in verschillende verschijningsvormen. Bekend is de vlakke plaat die in een schuin dakvlak is geïntegreerd of m.b.v. een hulpconstructie op een plat dak is geplaatst. Daarnaast bestaan er tegenwoordig vacuümbuiscollectoren die werken volgens het heatpipe- principe.



Vlakke plaat collectoren geïntegreerd in het dakvlak.



Een vorm van een compacte zonneboiler is een halfronde collector die geïntegreerd is in de nok.

Utiliteitsbouw

Zonneboilers worden in utiliteitsbouw vrijwel niet toegepast, dit wordt veroorzaakt door de relatief lage warmtapwatervraag bij de meeste utiliteitsgebouwen. De kosten van de investering wegen dan niet op tegen de energiebesparing. Uitzondering hierop vormen eventueel kleine sportgebouwen zoals clubhuizen met douchefaciliteiten en zorgcentra voor bijvoorbeeld de gehandicaptenzorg. In deze gebouwen is de warmtapwatervraag voldoende hoog om een zonne-energiesysteem toe te passen.

Opwekkingsrendement

De bijdrage van een zonneboiler wordt in de EPG in rekening gebracht door de energie die wordt opgewekt door de zonneboiler af te trekken van de totale jaarlijkse energiebehoefte voor tapwater. Er is dus geen sprake van het opwekkingsrendement van het zonneboilersysteem. Uiteraard wekt het ene zonneboilersysteem wel meer energie op dan het andere. De energieopbrengst is onder andere afhankelijk van het type collector (vlakke plaat of vacuümbuis) en het type naverwarmer.

Daarnaast hangt de jaarlijkse energieopbrengst af van de hoeveelheid zon die op de collector valt. En de hoeveelheid zon hangt weer af van de oriëntatie (meestal ZO-ZW), de hellingshoek van de collector en eventuele belemmeringen.

Bepalingsmethode en zonnekeurlabel

Voor de berekening van de bijdrage van de zonneboiler is een eenvoudige en uitgebreide methode beschikbaar (respectievelijk methode A en B; methode B is uitgewerkt in bijlage I van de EPG). De eenvoudige methode kan gebruikt worden voor zonneboilers met een collectoroppervlak tot maximaal 10 vierkante meter. Als het collectoroppervlak meer dan 10 vierkante meter is of wanneer er sprake is van een zonneboilercombi moet de uitgebreide methode gevolgd worden. Bij een collectoroppervlak tussen 6 en 10 vierkante meter mag gekozen worden tussen de eenvoudige en uitgebreide methode. Voor de uitgebreide methode zijn meer invoergegevens nodig. In de vereenvoudigde methode kan de bijdrage van een zonneboiler forfaitair worden bepaald, aan de hand van tabel 19.10 of 19.11 (voor toestellen met een “Zonnekeur” label).



Deze zonneboilercombi heeft een opslagcapaciteit van 180 liter.

In geval van kwaliteitsverklaringen kan de jaarlijkse energie-opbrengst aanzienlijk gunstiger uitvallen. De fabrikant moet dan wel metingen uit laten voeren volgens de juiste norm.

Relatie met andere installaties

Een zonneboiler wordt altijd gecombineerd met een naverwarmingstoestel. Vrijwel ieder type opwekkingstoestel voor warmtapwater komt hiervoor in principe in aanmerking, mits voorzien van een NZ-gaskeur.

Aandachtspunten toetsing

- Niet ieder tapwaterverwarmingstoestel is technisch geschikt voor naverwarming bij zonneboilers. Gasgestookte toestellen moeten zijn voorzien van een NZ-gaskeur (zie ook paragraaf 5.3.5).
- Controleer of naast de zonneboiler zelf ook het toestel voor naverwarming is opgenomen in de berekening en controleer of dit het juiste type toestel is.
- Het is aan te bevelen het voorraadvat zo dicht mogelijk bij de tappunten (badkamer/keuken) te plaatsen. Controleer op tekening of dit ook gebeurt.
- Controleer of er belemmeringen zoals schoorstenen en dakkapellen zijn en of deze goed zijn ingevuld in de berekening. Uiteraard moet beschaduwning zo veel mogelijk worden voorkomen.

- De componenten van een zonneboiler moeten op verschillende plaatsen in de EPC-berekening zijn ingevoerd. Ga na of er geen componenten ontbreken.
- Een zonneboiler met thermosifon-systeem maakt gebruik van het feit dat warm water naar boven stijgt. Het voorraadvat van zo'n systeem kan bijvoorbeeld in de nok van een zolder worden gehangen. Let erop dat de afstand van collector tot voorraadvat niet groter is dan circa 3 meter.
- Controleer de grootte van het collectoroppervlak. Bij een gemiddeld huishouden is het collectoroppervlak voor een zonneboiler 2.7 - 2.8 m².
- Controleer op tekening de hellingshoek en de oriëntatie van de collector.

Aandachtspunten controle bouwplaats

Eindcontrole:

- Controleer globaal of de collector de juiste grootte heeft. Bij een gemiddeld huishouden is het collectoroppervlak voor een zonneboiler 2.7 - 2.8 m².
- Controleer of de collector op de juiste oriëntatie is geplaatst.
- Controleer of er geen schaduw op de collector valt.
- Controleer of de hellingshoek van de collector juist is.

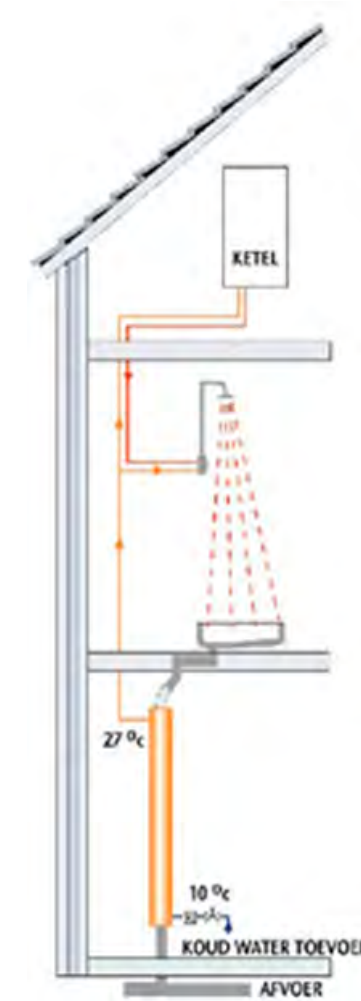
5.3.11 Douchewaterwarmteterugwinning

Beschrijving

Een douchewaterwarmteterugwinunit (doucheWTW) is een apparaat waarmee warmte teruggewonnen kan worden uit het wegstromende *douchewater*. Een doucheWTW gebruikt de warmte uit het afvoerwater om koud leidingwater voor te verwarmen. Dit gebeurt op dezelfde manier als in een gewone warmtewisselaar: koud water stroomt langs het warme afvoerwater, waardoor het koude water opwarmt. Uiteraard zijn de waterstromen hierbij gescheiden van elkaar. De warmteoverdracht vindt net als bij een gewone warmtewisselaar plaats via een metalen element. Cruciaal voor de werking is de gelijktijdigheid van het wegstromende warme water en de vraag naar nieuw warm water.

Er bestaan twee verschillende uitvoeringsvormen: de douchebak WTW en de douchepijp WTW. De douchepijp WTW wordt op de verdieping onder de badkamer geplaatst, bijvoorbeeld in een leidingschacht. Een douchepijp WTW is daardoor alleen geschikt voor eengezinswoningen met de badkamer op de eerste verdieping of hoger. Plaatsing recht onder de douche levert het beste rendement op.

In appartementen of woningen met een douche op de begane grond kan een douchebak WTW of douchegoot WTW toegepast worden.



Douchepijp WTW.



Douchebak WTW.

Een doucheWTW is niet geschikt om toe te passen onder een bad. Op het moment dat het warme water wegloopt door het afvoerputje is de warmwatervraag immers niet langer aanwezig. Wanneer de enige douche in de woning in een bad gesitueerd is, mag er een doucheWTW op de afvoer van het bad aangesloten worden.

Voor alle doucheWTW's gelden voorwaarden ter voorkoming van Legionella. Voorbeelden hiervan zijn: doucheWTW's niet in de buurt van warme leidingen (tapwater of cv) plaatsen, de buitenkant van de douchepijp WTW niet isoleren, etc.

Utiliteitsbouw

In utiliteitsgebouwen met een gebruiksfunctie met een relevante tapwatervraag voor douchen kunnen ook doucheWTW's toegepast worden. Het betreft cellingebouwen, sportgebouwen, ziekenhuizen en logiesgebouwen. In bijvoorbeeld sportgebouwen komen ook systemen voor met meerdere parallel geschakelde doucheWTW's.

Opwekkingsrendement

De bijdrage van een doucheWTW wordt in de EPG in rekening gebracht als een vermindering van de netto tapwatervraag.

Deze bijdrage is afhankelijk van:

- de hoogte van de netto warmtebehoefte; hoe hoger de nettowarmtebehoefte, hoe groter de bijdrage van de doucheWTW;

- de wijze van aansluiten van de doucheWTW, hiervoor zijn drie manieren, beginnend met de manier die de hoogste bijdrage oplevert:
 - doucheWTW zowel aangesloten op de koudwateraansluiting van de douchemengkraan als op het warmwatertoestel (reductiefactor $C_{W;sh;rcd;conf}$ 1,0);
 - doucheWTW alleen aangesloten op de koudwateraansluiting van de douchemengkraan of bij toepassing van een circulatieleiding (reductiefactor $C_{W;sh;rcd;conf}$ 0,85);
 - doucheWTW alleen aangesloten op het warmwatertoestel of een collectieve opstelling van verschillende doucheWTW's (reductiefactor $C_{W;sh;rcd;conf}$ 0,75);
- de prestaties van de toegepaste doucheWTW, uitgedrukt in het thermisch rendement. Dit rendement volgt uit de gegevens van de leverancier en moet gemeten worden volgens bijlage B van NEN 7120.

De forfaitaire waarde voor het thermisch rendement bedraagt 0,4.

In de praktijk zijn er douchepijp WTW's beschikbaar met een thermisch rendement van 0,5 of hoger en douchebak WTW's met een thermisch rendement van meer dan 0,4. Wanneer men gebruik wil maken van een beter rendement dient het rendement gemeten te zijn volgens bijlage B van de NEN 7120. Hierbij moet het rendement aangehouden worden dat geldt voor de comfortklasse voor warmwater (CW-klasse) van de ketel die in de

woning wordt toegepast. Bij utiliteitsbouw moet het rendement worden aangehouden dat geldt voor comfortklasse 4.

Relatie met andere installaties

Een doucheWTW kan worden toegepast met alle toestellen voor tapwater, zowel individueel als collectief.

Aandachtspunten toetsing

- Controleer in de installatietechnische gegevens of de juiste manier van aansluiten in de berekening is aangegeven.
- Controleer bij een thermisch rendement van meer dan 0,4 of de gegevens van de toegepaste doucheWTW zijn bijgevoegd, en of het juiste rendement hieruit is overgenomen.
Controleer ook of de doucheWTW in de installatietechnische stukken is opgenomen.

Aandachtspunten controle bouwplaats

- Tussentijdse controle: Controleer of de doucheWTW geplaatst wordt en of het type overeenkomt met de berekening.
- Tussentijdse controle: Controleer de manier van aansluiten van de doucheWTW.

5.3.12 Hulpenergie

Nieuw in de NEN 7120 is het meerekenen van hulpenergiegebruik voor warmtapwater. Dit elektrische hulpenergiegebruik wordt berekend voor de volgende onderdelen:

- Distributiesysteem; dit betreft energie die nodig is om het warme water rond te pompen door het distributiesysteem:
 - bij toepassing van een circulatieleiding, een collectief tapwatersysteem of externe warmtelevering voor tapwater wordt er een hulpenergiegebruik berekend voor de circulatiepompen in het systeem. Hiervoor dient het vermogen van de circulatiepomp(en) opgegeven te worden. Wanneer dit niet bekend is wordt het vermogen van de pomp(en) berekend. Bij toepassen van de forfaitaire methode is het hulpenergiegebruik voor pompen dan alleen afhankelijk van de lengte van de toevoer- en retourleidingen;
- indien er een verwarmingslint is opgenomen dient het hulpenergiegebruik berekend te worden volgens de NEN-EN 15316-3-2. Een verwarmingslint wordt soms in (delen) van tapwaterleidingen toegepast om bevriezing te voorkomen. Dit wordt in de praktijk echter niet vaak toegepast.
- Opwekking tapwater, dit betreft energie die nodig is om tapwatertoestel te laten functioneren, zoals het energiegebruik van de elektronica van het toestel:

- bij individuele (combi)-tapwatertoestellen is het hulp-energiegebruik voor opwekking meegenomen in het opwekkingsrendement van het toestel;
- voor collectieve tapwatersystemen wordt het hulpenergiegebruik voor de opwekking van tapwater berekend aan de hand van de gekozen toestellen.
- Zonne-energiesystemen, bij toepassing van zonneboilers voor tapwater wordt er een hulpenergiegebruik berekend voor:
 - de collectorpomp en de collectorpompregeling: bij toepassing van de forfaitaire methode is dit hulpenergiegebruik alleen afhankelijk van de grootte van de collector. Indien er voldoende gegevens beschikbaar zijn mag ook de uitgebreide methode toegepast worden. Bij zonneboilers van het type thermosifon en het type met geïntegreerde collector en voorraadvat is er geen sprake van hulpenergiegebruik voor collectorpomp en -regeling;
 - eventueel aanwezige vorstbeveiliging: indien er sprake is van elektrisch gevoede vorstbeveiliging wordt er een hulpenergiegebruik berekend. Dit is afhankelijk van het vermogen van de vorstbeveiliging, dat volgt uit de productspecificaties.

Aandachtspunten toetsing

- Controleer bij toepassing van een circulatieleiding, een collectief tapwatersysteem of externe warmtelevering in de installatietechnische gegevens of de juiste lengte van de circulatieleidingen is aangehouden in de berekening.
- Controleer bij toepassing van een zonneboiler of de aan- of afwezigheid van de vorstbeveiliging juist in de berekening is aangegeven. Dit is terug te vinden in de productspecificaties van de toegepaste zonneboiler.

Aandachtspunten controle bouwplaats

- Controleer bij toepassing van een zonneboiler of het type overeenkomt met het type dat in de berekening is aangehouden.

5.4 Koeling

5.4.1 Algemeen

In de zomerperiode kan de temperatuur in gebouwen behoorlijk oplopen, met name wanneer er veel glas op de zongeorïënteerde gevels wordt toegepast. Wanneer bij het ontwerp van het gebouw geen rekening is gehouden met het beperken van de kans op oververhitting bestaat de mogelijkheid dat er in de gebruiksfase alsnog een koelinstallatie wordt aangeschaft om het binnenklimaat te verbeteren. Dit is vanuit energetisch oogpunt niet gewenst. Om te bevorderen dat al bij het ontwerp aandacht wordt besteed aan het minimaliseren van de koelbehoefte wordt in de EPG-methodiek een fictief energiegebruik voor zomercomfort in rekening gebracht. Bij een gebouw waarin bij het ontwerp geen rekening is gehouden met het risico op oververhitting (er is bijvoorbeeld veel glas op het zuiden toegepast) is het energiegebruik voor zomercomfort hoog en daarmee ook de EPC. Wanneer adequate maatregelen als buitenzonwering getroffen worden, zal het energiegebruik voor zomercomfort dalen en daarmee eveneens de EPC. Wanneer passieve koeling (zie paragraaf 4.4) wordt toegepast wordt het energiegebruik voor zomercomfort ook verminderd.

Het is dus de bedoeling dat door slim ontwerpen voorkomen wordt dat een koelinstallatie nodig is. Wanneer bouwkundige maatregelen niet afdoende zijn kan een koelsysteem geïnstalleerd worden, het energetisch gebruik van een dergelijk systeem wordt

in de EPG-methodiek meegenomen. Het is niet de bedoeling dat in alle woningen koeling wordt toegepast.

Ook bij utiliteitsgebouwen loont het, om met slim ontwerpen te voorkomen dat er een grote koelinstallatie nodig is.

Aandachtspunten toetsing

- Controleer in de berekening of aangegeven is dat er sprake is van koeling. Ga na of de koeling in het hele gebouw of in een gedeelte van het gebouw wordt toegepast.
- Koelmachines kunnen vrij veel geluid produceren, vooral wanneer het grote apparaten betreft. De geluidsuitstraling naar de omgeving kan een probleem vormen.

5.4.2 Koudeafgifte- en distributiesystemen

Beschrijving

Over het algemeen wordt in een gebouw koude geproduceerd door een koelmachine. Deze koelmachine geeft de geproduceerde koude af aan het gekoeldwatercircuit. De functie van het gekoelde water is te vergelijken met de functie van het warme cv-water in het verwarmingssysteem. Het gekoelde water zorgt er voor dat de koude het gebouw in wordt getransporteerd naar de luchtbehandelingskast of de directe koudevragers zoals koelplafonds.

Bij het onderscheid naar verschillende koudeafgiftesystemen spelen, evenals bij warmteafgiftesystemen, verschillende aspecten een rol.

Allereerst het transportmedium waarmee de koude naar de afzonderlijke ruimten in het gebouw wordt getransporteerd. Daarnaast is het temperatuurniveau van de koude van belang. In het navolgende worden deze verschillende aspecten kort besproken.

- Transportmedium: onderscheid wordt gemaakt tussen watervoerende systemen en luchtvoerende systemen. Bij een watervoerend systeem wordt de koude door middel van water naar de vertrekken gebracht. Een bekend voorbeeld van een watervoerend systeem is het koelplafond. Bij een luchtvoerend systeem wordt de koude eerst afgegeven aan de toevoerlucht in de luchtbehandelingskast, vervolgens wordt deze gekoelde lucht naar de vertrekken van het gebouw getransporteerd. Ook bestaan er systemen die een combinatie van water en lucht als transportmedium gebruiken. Dit zijn bijvoorbeeld inductie-units en ventilatorconvectoren. In de meeste utiliteitsgebouwen wordt voor de koeling van het gebouw lucht als transportmedium gebruikt. Aanvullend kan water worden gebruikt. Hierbij valt te denken aan gebouwen met gebalanceerde ventilatie waarbij de ingeblazen lucht in de zomerperiode wordt gekoeld, en waarbij in het gebouw zelf koelplafonds of inductie-units zijn geplaatst voor aanvullende koeling. De gekoelde lucht zorgt dan als het ware voor een bepaalde minimum hoeveelheid koeling.

- Temperatuurniveau: Bij koeling bestaat de mogelijkheid te koelen met een hoger temperatuurniveau dan de gebruikelijk 6-12°C systemen. Over het algemeen levert dit betere rendementen op omdat er minder ‘diep’ gekoeld hoeft te worden. Met name systemen met koudeopslag (zie paragraaf 5.4.5) maken gebruik van hoge- temperatuur koeling (HT-koeling). Maar ook bij andere koudeopwekkers is HT-koeling mogelijk. HT-koeling heeft als aanvullend voordeel dat er minder snel kans op condensatie optreedt. HT-koeling kan hierdoor zelfs in gebouwen met natuurlijke ventilatie toegepast worden. Wanneer HT-koeling wordt toegepast, moet wel rekening gehouden worden met de extra ruimte die benodigd is voor de koeler in de luchtbehandelingskast en/of koelelementen in de vertrekken (extra m² koelplafond).

Het is ook mogelijk dat de koelmachine de koude niet aan een gekoeldwatercircuit afgeeft, maar direct aan de lucht in de luchtbehandelingskast. In een dergelijke situatie is er dus geen gekoeldwatercircuit aanwezig, en spreekt men van een direct-expansie systeem. Een ander voorbeeld van een direct-expansie systeem zijn de kleine compacte koelunits die, in met name oude gebouwen zonder koeling, aan de buitenzijde van de gevel hangen, ook wel splitunits genoemd. In de energieprestatienorm worden directe-expansie systemen gezien als HT-koeling.

Betonkernactivering is een relatief nieuwe methode waarbij onder andere gebruik wordt gemaakt van de massa van de vloerconstructie en HT-koeling. Bij betonkernactivering wordt in gebouwen met meerdere verdiepingen verwarmd en gekoeld via de vloerconstructies. In de vloerconstructies zijn watervoerende buizen opgenomen tussen de onder- en bovenwapening van de constructie. In de zomerperiode wordt hier koud water doorheen gepompt, in de winterperiode warm water. Naast het direct verwarmend en koelend vermogen wordt hier aanvullend gebruik gemaakt van de thermische opslagcapaciteit van de betonconstructie. In de EPC-rekenmethodiek wordt dit systeem voor utiliteitsbouw gewaardeerd door een gunstige waarde voor de interne warmtecapaciteit D_m , zie paragraaf 4.4.

Aandachtspunten toetsing

- Controleer of de typen transportmedium voor koude (en warmte) juist zijn ingevoerd. Het foutief invoeren van deze media levert een foutieve EPC. De invloed op het eindresultaat kan aanzienlijk zijn.

Rendement

Voor woningbouw is het distributie- en afgifterendement voor alle systemen gelijk aan 1.0. Dit omdat alle koude die verloren gaat in het distributie- en afgiftesysteem in vrijwel alle gevallen in de woning terecht komt en dus alsnog nuttig gebruikt kan worden.



Betonkernactivering is een manier om via de constructie te koelen.
Hier wordt het leidingennet geplaatst.



Een koelplafond kan als element tussen de (houten) draagstructuur worden geplaatst.

Utiliteitsbouw

Het type koude-afgiftesysteem bepaalt het distributierendement voor koeling. In het distributierendement is de energieverspilling opgenomen die optreedt door het tegelijkertijd verwarmen en koelen en de optredende energieverliezen door warmte- en koudetransport binnen een gebouw. Distributierendementen zijn dus afhankelijk van het type warmte- en/of koudetransport.

Voorbeeld: Een gebouw waarbij de lucht centraal verwarmd en gekoeld wordt en daarna op ruimteniveau door middel van inductie-units verder geklimatiseerd wordt. Transportmedia zijn dan voor zowel koelen als verwarmen water en lucht.

5.4.3 Compressiekoeling*Beschrijving*

Voor het opwekken van de benodigde koude voor de koeling van een gebouw wordt vaak gebruik gemaakt van een compressiekoelmachine.

In een compressiekoelmachine wordt in een elektrisch of gasmotor aangedreven compressor een koudemiddel op een hogere druk gebracht. Door deze hogere druk stijgt de temperatuur van het koudemiddel. Vervolgens wordt het koudemiddel, dat inmiddels in de gasvorm overgegaan is, naar een condensor geleid waar het wordt gekoeld en tot vloeistof condenseert. De volgende stap in het proces is dat in het expansieventiel een reductie van de druk plaatsvindt, waardoor

het vloeibare koelmiddel in de verdamper verdampt. Bij deze laatste stap wordt warmte aan water (indirecte expansiekoeling) of aan lucht (directe expansiekoeling) onttrokken. In de verdamper wordt dus warmte aan de omgeving (water of lucht) onttrokken (= koeling), deze warmte wordt in de condensor vervolgens weer afgegeven aan bijvoorbeeld de buitenlucht. De afgekoelde lucht of het afgekoelde water kan gebruikt worden om het gebouw te koelen.

De warmte die vrijkomt in de condensor kan op twee manieren aan de buitenomgeving worden afgegeven. In de meeste gevallen worden de condensoren op het dak van een gebouw geplaatst. Door middel van ventilatoren wordt relatief koele buitenlucht langs de condensoren geblazen waardoor deze hun warmte kwijt raken. Een dergelijk systeem noemt men een luchtgekoelde koelmachine. Bij een watergekoelde koelmachine wordt de warmte van de condensoren afgegeven aan water, dit water geeft vervolgens z'n warmte aan de omgeving af via bijvoorbeeld een natte koeltoren of in een verdampingscondensor. Ook is het mogelijk om voor de koeling van de condensor gebruik te maken van oppervlaktewater of een lage temperatuur koudebron, zoals grondwater, een bodemwarmtewisselaar of energiepalen. In gebouwen worden voornamelijk luchtgekoelde koelmachines toegepast. Let op: het onderscheid tussen luchtgekoeld en watergekoelde koelmachines betreft de afgifte van de overtollige warmte aan de buitenlucht, en niet de afgifte van de koude aan het gebouw.

Naast het onderscheid tussen luchtgekoelde en watergekoelde koelmachines, is er ook nog een onderscheid naar het type compressor te maken. Zuigercompressoren worden gebruikt bij kleinere vermogens (tot circa 1000 kW). Bij centrifugaal-compressoren kan de capaciteit traploos worden geregeld van circa 400 kW tot 40000 kW. Het geluidniveau van de beide typen compressoren is vergelijkbaar. In veel situaties zal aandacht moeten worden besteed aan de reductie van het geluidniveau van de koelmachine.

Opwekkingsrendement

Het opwekkingsrendement van een compressiekoelmachine is afhankelijk van de aandrijving van de compressor, van het type condensor, van de manier van koeling van de condensor en van het temperatuurniveau van het afgiftesysteem.

Met een hoge temperatuur afgiftesysteem (HT-afgiftesysteem) haalt een compressiekoelmachine een hoger rendement. Van een HT-afgiftesysteem is sprake als het afgiftesysteem een temperatuurniveau van 12 – 18 °C of hoger heeft. Voorbeelden hiervan zijn betonkernactivering, vloerkoeling en koeling via klimaatplafonds. Ook koelsystemen die hun koude direct aan de binnenlucht afgeven vallen hieronder.

Een elektrische compressiekoelmachine heeft een COP (rendement) dat ligt tussen 3 voor een standaard elektrische compressiekoelmachine zonder verdere specificaties en 8 voor een elektrische compressiekoelmachine in combinatie met een HT-afgiftesysteem en een lage temperatuur koudebron.

De COP is de verhouding tussen de nuttig geleverde koude en de daarvoor benodigde aandrijfenergie, inclusief eventuele motorverliezen en exclusief energie voor hulpapparatuur. Een gasmotor aangedreven compressiekoelmachine heeft een rendement dat ligt tussen $3 \cdot h_{ge}$ voor een standaard gasmotor aangedreven compressiekoelmachine zonder verdere specificaties en de $8 \cdot h_{ge}$ voor een gasmotor aangedreven compressie-koelmachine in combinatie met een HT-afgiftesysteem en een lage temperatuur koudebron. h_{ge} is hierin het asrendement van de gasmotor, dat afhankelijk van het vermogen tussen de 0.28 en 0.37 ligt.

Relaties met andere installaties

Compressiekoelmachines kunnen in principe in combinatie met vrijwel alle typen verwarmingssystemen worden toegepast.

Aandachtspunten toetsing

- Compressiekoelmachines kunnen vrij veel geluid produceren. De geluidsuitstraling naar de omgeving kan een probleem vormen.
- Controleer in de installatietechnische gegevens of er inderdaad sprake is van een HT-afgiftesysteem (zoals betonkernactivering, vloerkoeling of een klimaatplafond) als dit in de berekening is opgegeven.
- Controleer in de installatietechnische gegevens of er inderdaad een lage temperatuur koudebron (zoals een aquifer of bodemwarmtewisselaars) wordt toegepast als dit in de berekening is aangegeven.

- Controleer in de installatietechnische gegevens of er inderdaad een verdampingscondensor of natte koeltoren wordt toegepast als dit in de berekening is aangegeven.
- Wanneer in een gebouw voor de verwarming gebruik wordt gemaakt van een warmtepomp met als bron buitenlucht, dan kan deze warmtepomp eventueel ook gebruikt worden voor de koeling (een koelmachine is een omgekeerde warmtepomp), zie paragraaf 5.1.5. Deze situatie kan in de EPG-berekening het best benaderd worden door bij verwarming te kiezen, voor een warmtepomp met als bron buitenlucht, en bij koeling voor een compressiekoelmachine. Wanneer de warmtepomp als bron een aquifer gebruikt, dan is er sprake van een compressiekoelmachine met een lage temperatuur koudebron.

Aandachtspunten controle bouwplaats

- Controleer op de bouw of er inderdaad een HT-afgiftesysteem (zoals betonkernactivering, vloerkoeling of een klimaatplafond) is toegepast als dit in de berekening is opgegeven.
- Controleer op de bouw of er inderdaad een lage temperatuur koudebron (zoals een aquifer of bodemwarmtewisselaars) is toegepast als dit in de berekening is aangegeven.
- Controleer op de bouw of er inderdaad een verdampingscondensor of natte koeltoren wordt toegepast als dit in de berekening is aangegeven.



Watergekoelde compressiekoelmachine met schroefcompressor.



Luchtgekoeldecompressiekoelmachine.

5.4.4 Absorptiekoeling

Beschrijving

Absorptiekoelmachines werken volgens een geheel ander principe dan compressiekoelmachines (zie paragraaf 5.4.3). Bij een compressiekoelmachine wordt gebruik gemaakt van elektrische aandrijfenergie of aandrijving met een gasmotor, in een absorptiekoelmachine wordt voor de aandrijving gebruik gemaakt van thermische aandrijfenergie. Omdat koeling veelal in de zomerperiode gewenst is, zal deze thermische energie in de meeste gevallen bestaan uit (rest)warmte van bijvoorbeeld een warmtekrachtinstallatie of externe warmtelevering. Voorwaarde is wel dat de (rest)warmte een voldoende hoge temperatuur heeft (> 110°C). Ook is een gas aangedreven absorptiekoelmachine mogelijk.

In een absorptiekoelmachine wordt in plaats van mechanische compressie gebruik gemaakt van thermische compressie. Het voordeel hiervan is dat er vrijwel geen draaiende delen in een absorptiekoelmachine aanwezig zijn. Hierdoor is de geluid-productie van een absorptiekoelmachine aanzienlijk lager dan die van een compressiekoelmachine, zodat in projecten waar hoge eisen worden gesteld aan het geluid de toepassing van absorptiekoeling een goede optie kan zijn. In vergelijking met een compressiekoelmachine heeft een absorptiekoelmachine een minder gunstig rendement, en is het toepassen van een dergelijk systeem alleen interessant wanneer er daadwerkelijk sprake is van warmte die ‘over’ is.

Opwekkingsrendement

Het opwekkingsrendement van een absorptiekoelmachine is afhankelijk van het type (rest)warmte waarvan de absorptie-koelmachine gebruik maakt. In de EPG-methodiek wordt onderscheid gemaakt tussen gas aangedreven absorptie-koelmachines, absorptiekoelmachines die gebruik maken van warmte van externe warmtelevering (zie paragraaf 5.1.7) of warmtekracht (zie paragraaf 5.1.3). Het type warmtelevering door derden of warmtekracht is hierbij eveneens van belang.

Van de onderstaande rendementen voor absorptiekoeling in combinatie met warmtekracht kan alleen worden afgeweken als aangetoond kan worden dat het thermische omzettingstetal voor warmtekracht afwijkt van de waarden uit tabel 14.17 van NEN 7120. Het rendement voor absorptiekoeling in combinatie met warmtekracht bedraagt namelijk $1.0 \cdot \epsilon_{chp;th}$. Hierin is 1.0 een vast gegeven, maar van de waarden voor $\epsilon_{chp;th}$ mag wel door middel van een gelijkwaardigheidsverklaring worden afgeweken.

Absorptiekoelmachine met gebouwgebonden warmtekracht	$\eta_{C;gen}$
Mini WKK: 2 - 20 kWe	0.55
Gasmotor: 20 - 200 kWe	0.49
Gasmotor: 200 - 500 kWe	0.50
Gasmotor: 500 - 1000 kWe	0.44
WKK: 1000 - 25000 kWe	0.39

Voor absorptiekoelmachines met externe warmtelevering geldt dat het opwekkingsrendement bepaald wordt door $0.7 \cdot \eta_{H;gen;equiv;dh}$.

De term $\eta_{H;gen;equiv;dh}$ is het rendement van externe warmtelevering voor verwarming, waarvan de waarde in de NEN 7120 is vastgesteld op 1,0, zie paragraaf 5.1.7.

Het opwekkingsrendement $\eta_{C;gen}$ van met gas aangedreven absorptiekoelmachines bedraagt 0,8.

Relaties met andere installaties

Een absorptiekoelmachine wordt vooral toegepast in situaties waarin restwarmte beschikbaar is. In de EPG-methodiek komt dit tot uitdrukking in het type toestel dat voor verwarming wordt gebruikt. Voor de hand liggende keuzen bij de onderdelen verwarming (en in sommige gevallen warmtapwater) zijn externe warmtelevering of (gebouwgebonden) warmtekracht. Uiteraard is het mogelijk om een absorptiekoelmachine in combinatie met andere typen (compressie) koelmachines toe te passen. In die situaties moet de absorptiekoelmachine altijd als het preferente toestel worden aangemerkt.



Absorptiekoelmachine.

Aandachtspunten toetsing

- Absorptiekoeling wordt vaak toegepast als er sprake is van restwarmte. Dit betekent in de EPC-berekening dat er bij het onderdeel verwarming vaak sprake zal zijn van gebouwgebonden warmtekracht of externe warmtelevering. Ga na of dit het geval is.
- Ga na of het type warmtekracht bij verwarming overeen komt met het type bij koeling.
- Sinds 1994 is het gebruik van de koudemiddelen R11, R12, R14 en R502 verboden. Deze koudemiddelen van het type CFK worden vervangen door HCFK's, HFK's en natuurlijke koudemiddelen. Hierbij hebben de HFK's en natuurlijke koudemiddelen de voorkeur omdat deze geen chloor bevatten en de ozonlaag niet direct aantasten.

5.4.5 Koudeopslag in de bodem

Beschrijving

Koudeopslag kan beschouwd worden als een systeem met vrije koeling. Koudeopslag is een milieuvriendelijk alternatief bij nieuwbouw of renovatie van grotere gebouwen.

Koude, in de winter in de vorm van koude buitenlucht of koud oppervlaktewater ruimschoots voorhanden, kan in de bodem worden opgeslagen en 's zomers worden benut voor de koeling van het gebouw. Andersom kan de warmte van de zomer in de bodem worden opgeslagen en in de winter worden benut om te verwarmen. Een dergelijk energieopslagsysteem bestaat uit

één of meerdere koude en warme bronnen in de bodem vaak in combinatie met een warmtepomp. Deze bronnen bevinden zich in een watervoerende zandlaag in de grond. Deze (natuurlijke) laag is aan de boven- en onderzijde afgesloten door een waterdichte kleilaag. Aquifers bevinden zich op een diepte van 50 tot 300 meter, afhankelijk van de bodemgesteldheid.

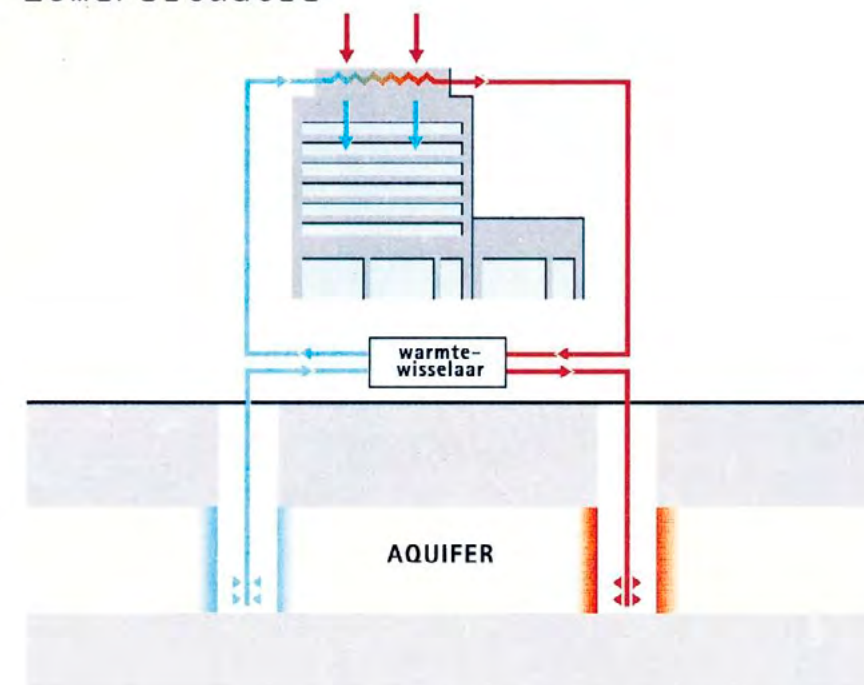
Zodra in de zomer behoefte aan koeling ontstaat, wordt uit de grondwaterbron (de koude bron), grondwater opgepompt. De koude van dit grondwater wordt in een warmtewisselaar, die zich veelal in het gebouw bevindt, afgegeven aan het koudwatersysteem van het gebouw. Dit koudwatersysteem zorgt vervolgens voor de koeling van het gebouw. Het koude grondwater wordt, door de afgifte van koude, opgewarmd en vervolgens op enige afstand van de koude bron weer in dezelfde zandlaag geïnjecteerd (de warme bron). In de zomerperiode wordt de koude bron ontladen en de warme bron geladen. Doordat de koude bron in de zomerperiode langzaam wordt ontladen, varieert de gemiddelde temperatuur van deze bron van circa 7°C aan het begin van de zomer tot circa 10°C aan het einde van de zomer. Dit is lager dan de natuurlijke grondwatertemperatuur.

Het temperatuurniveau van het koudwatersysteem bij seizoensopslag is hoger dan bij een traditioneel koelsysteem (7-10°C respectievelijk 6°C). Dit betekent dat bij het ontwerp van het gebouw rekening moet worden gehouden met

grotere koelplafonds en/of koelers in de luchtbehandelingskasten (zie paragraaf 5.4.2).

In het geval dat de temperatuur van het koudwatersysteem niet mag stijgen kan het systeem worden uitgebreid met een koelmachine of een warmtepomp die als koelmachine wordt gebruikt. De koelmachine of warmtepomp kan dan voor de benodigde nakoeling zorgen. Er is dan geen sprake meer van puur koudeopslag. Dit systeem heeft dan ook een lager rendement dan puur koudeopslag zonder gebruik van een koelmachine of warmtepomp. Wanneer in een gebouw een warmtepomp wordt gebruikt voor de verwarming, kan deze in sommige gevallen ook worden gebruikt voor de koeling van het gebouw. Een warmtepomp is immers een omgekeerde koelmachine. Door de warmtepomp in de zomerperiode om te schakelen, kan de warmtepomp koude maken, die kan worden gebruikt voor nakoeling. Uiteraard moet de warmtepomp hiervoor wel geschikt zijn, en is het noodzakelijk een behoorlijke hoeveelheid regeltechniek op te nemen om het omschakelen van de warmtepomp te kunnen realiseren.

Voor een beschrijving van het proces dat in de winterperiode plaatsvindt wordt verwezen naar paragraaf 5.1.4.

Zomersituatie

Principeschema van seizoensopslag in de zomersituatie.

Opwekkingsrendement

Het opwekkingsrendement van koudeopslag zonder inzet van een koelmachine is zeer hoog. Dit wordt veroorzaakt doordat het energiegebruik van het systeem vrijwel alleen bestaat uit het energiegebruik van de pompen die het grondwater omhoog pompen. Voor het overige wordt gebruik gemaakt van de ‘gratis’ koude uit de winterperiode.

Voor systemen met alleen een aquifer bedraagt de COP (rendement) in de EPC-berekening 10 voor woningen en 12 voor utiliteit (ter vergelijking een compressiekoelmachine heeft een COP van 3). Systemen waarin een warmtepomp in combinatie met koudeopslag wordt toegepast hebben een forfaitair rendement van COP = 6 (warmtepomp in zomerbedrijf).

Bij hoge temperatuur koeling (HT-koeling) zijn de bovenstaande rendementen hoger, bijvoorbeeld een warmtepomp in combinatie met koudeopslag en HT-koeling heeft een forfaitaire COP van 8.

Relaties met andere installaties

Wanneer koudeopslag wordt toegepast zal in veel gevallen gebruik worden gemaakt van HT- koeling. Bij de dimensionering van de koudeafgiftesystemen (koelplafonds, wand/vloerkoeling, betonkernactivering) zal hier rekening mee moeten worden gehouden. Daarnaast kan koudeopslag met vrijwel alle andere systemen worden toegepast. Door de technische complexiteit zal uitgebreid stil moeten worden gestaan bij de keuze van de juiste regelsystemen.

Aandachtspunten toetsing

- Niet alle locaties in Nederland zijn geschikt voor warmte- en koudeopslag. In Zuid-Limburg en de Achterhoek zijn geen geschikte aquifers in de bodem aanwezig, zodat warmte- en koudeopslag daar vaak niet mogelijk is.
- Controleer of de combinatie van verwarming en koeling logisch is.
- Controleer in de installatietechnische gegevens op de afwezigheid van een koelmachine, wanneer er alleen koudeopslag in de berekening is aangegeven.
- Warmte- en koudeopslag is een vrij complex systeem. In de meeste gevallen zijn bij een dergelijk project niet alleen een architect en een installateur betrokken, maar ook een adviseur die gespecialiseerd is in dergelijke systemen.

Aandachtspunten controle bouwplaats

- Controleer op de bouwplaats de afwezigheid van een koelmachine, wanneer er alleen koudeopslag in de berekening is aangegeven.

5.4.6 Hulpenergie en pompen

Een belangrijk deel van het hulpenergiegebruik voor koude wordt veroorzaakt door het energiegebruik van de pompen in het koelingssysteem. Als gevolg van onder andere wisselende buitentemperaturen en gebruikspatronen in een gebouw is de warmte en koude behoefte niet op alle momenten even groot. Het is dus niet noodzakelijk dat de hoeveelheid water die in het verwarmings- en koelingssysteem rondgepompt wordt continu constant is. Op momenten van een lage koudevraag zal er minder water in het gebouw moeten worden rondgepompt.

Door de toepassing van automatische toerenregelingen op pompen kan het toerental van de elektrische aandrijving van de pomp worden aangepast op de actuele vraag. Hiermee is het mogelijk het watertransport in het warm- en koudwatercircuit capaciteitsafhankelijk te regelen. Dit resulteert in een verlaagd energiegebruik voor pompen. Tegenwoordig zijn de meeste pompen in de warmwater- en gekoeldwatersystemen voorzien van een automatische toerenregeling.

Voor koelinstallaties in individuele woningen door middel van een splitsysteem of koudeopslag/bodemkoeling zonder aanvullende koelmachine is het hulpenergiegebruik al verrekend in het

opwekkingsrendement en dus gelijk aan 0. Ook bij koudeopslag en bij de zogenoemde singlesplit-, multisplit- en VRV-systemen bij utiliteitsbouw is dit het geval.

Voor de overige koelsystemen wordt het elektrische hulpenergiegebruik voor koeling berekend voor de volgende onderdelen:

- Distributiesysteem koude, dit betreft energie die nodig is om het gekoelde water rond te pompen door het distributiesysteem. Het hulpenergiegebruik voor pompen is een forfaitaire waarde per vierkante meter, die alleen afhankelijk is van de aan/afwezigheid van een automatische toerenregeling op meer dan 50% van het opgestelde asvermogen van alle circulatiepompen in het gekoeld watercircuit samen;
- Opwekking koude, dit betreft energie die nodig is om het koudeopwekkingstoestel te laten functioneren, en bestaat uit:
 - het energiegebruik van de elektronica van het toestel, dit is doorgaans opgenomen in het opwekkingsrendement;
 - het energiegebruik van ventilatoren en pompen.

Dit is afhankelijk van:

- de aan/afwezigheid van een toerenregeling voor de koudeopwekking;
- het type warmteafgifte aan de buitenlucht van het opwekkingstoestel: een luchtgekoelde koelmachine (condensor met ventilatoren) of een watergekoelde koelmachine (met een koeltoren of een verdampingscondensor) met een open of een gesloten circuit.



Pompen en regelingen.

Rendement

Toerenregeling wordt in de energieprestatienorm gedefinieerd als een voorziening voor het kunnen variëren van het aantal omwentelingen per tijdseenheid. Indien meer dan 50% van het opgestelde asvermogen van de pompen in het gekoeld-watercircuit voorzien is van een dergelijke regeling, wordt het energieverbruik voor de circulatiepompen met 50% gereduceerd.

Aandachtspunten toetsing

- Controleer bij toepassing van een automatische toerenregeling op meer dan 50% van de circulatiepompen in de installatietechnische gegevens of deze inderdaad worden toegepast.
- Controleer in de installatietechnische gegevens de toepassing van een toerenregeling op de koelmachine als dit in de berekening is aangegeven.
- Controleer in de installatietechnische gegevens of het type koelmachine overeenkomt met de berekening: wordt er een luchtgekoelde of een watergekoelde koelmachine toegepast? Let op bij koeltorens in de berekening, deze zijn gunstiger, maar worden niet zo snel toegepast bij standaard utiliteitsgebouwen.

Aandachtspunten controle bouwplaats

- Controleer op de bouwplaats of er automatische toerenregeling op de circulatiepompen wordt toegepast als dit in de berekening is aangegeven.
- Controleer op de bouwplaats of er een koeltoren is toegepast als dit in de berekening is aangegeven.

5.5 Bevochtiging (utiliteitsbouw)

In woningen en woongebouwen wordt geen bevochtiging toegepast. Dit hele hoofdstuk is alleen van toepassing voor utiliteitsbouw.

Beschrijving

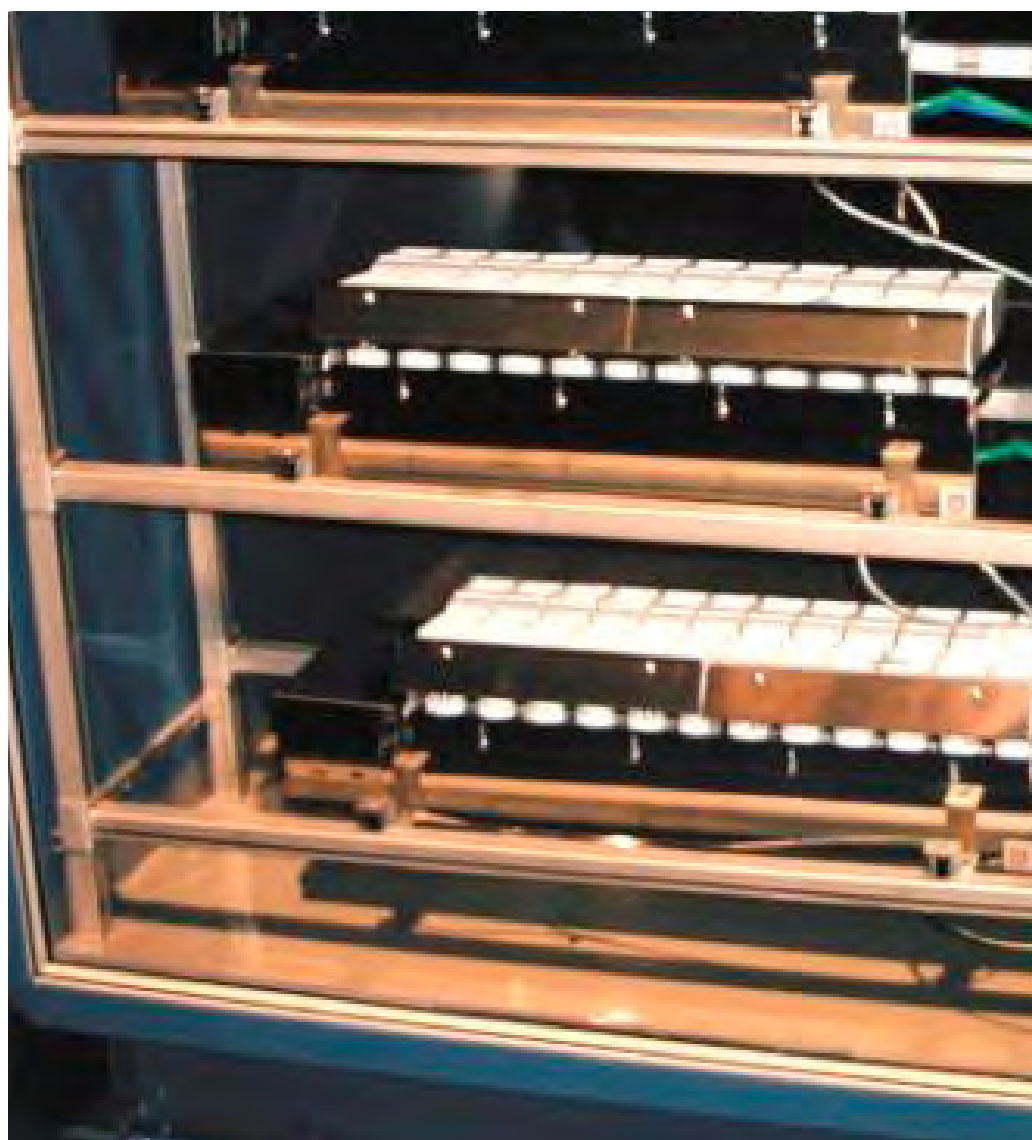
In de winterperiode is de absolute luchtvochtigheid van de buitenlucht lager dan in de zomerperiode. Wanneer deze buitenlucht vervolgens wordt verwarmd kan de situatie ontstaan dat de relatieve luchtvochtigheid van de toevoerlucht zo laag wordt dat de gebruikers van het gebouw hier last van ondervinden. Bij een te lage luchtvochtigheid bestaat het gevaar van uitdrogen van de slijmvliezen in de ademhalingsorganen. Dit kan hoesten, keelpijn en hoofdpijn veroorzaken. Een relatieve luchtvochtigheid tussen 40 en 70% wordt over het algemeen als behaaglijk beschouwd, wanneer de relatieve luchtvochtigheid onder 20% komt is sprake van te droge lucht.

Om de relatieve luchtvochtigheid op een voldoende peil te kunnen houden kan in de luchtbehandelingskast een bevochtigungssectie zijn opgenomen waarmee de relatieve luchtvochtigheid van de toevoerlucht wordt verhoogd. In de meeste gebouwen is echter geen bevochtigingssysteem aanwezig, dit is alleen noodzakelijk in situaties waar sprake is van hoge ventilatievouden of als de lucht sterk moet worden gekoeld

(waarbij ontvochtiging optreedt). Of in gebouwen waar strenge eisen worden gesteld aan het binnenklimaat, zoals musea.

Er zijn verschillende methoden van bevochtiging. Deze methoden worden hieronder kort besproken.

- Stroombevochtiging: via een gaatjesbuis wordt stoom in de toevoerlucht geblazen. Door het verhitten van water met behulp van een elektrisch verwarmingselement of een stoomketel (niet-elektrisch) wordt de stoom gemaakt.
- Verdampingsbevochtiging: bij dit principe wordt de te bevochtigen lucht door een vochtig filter geleid.
- Waterbevochtiger: water wordt onder druk via sproeiers of verstuivers fijn verdeeld en in de luchtstroom geblazen. Overtollig water dat niet met de luchtstroom is meegevoerd wordt in een reservoir opgevangen. In verband met gevaar voor bacteriën moet voorkomen worden dat dit water wordt hergebruikt.
- Ultrasoon bevochtiging: bij deze methode vindt verstuiving van water plaats door middel van ultrasoontrillingen in aerosolen. De lucht waarin deze trillingen plaatsvinden neemt de nevel snel op.



In een ultrasoon bevochtigingsapparaat vindt verstuiving van water plaats dmv ultrasoontrillingen in aerosolen.

Rendement

In de EPG-berekeningsmethodiek wordt het energiegebruik voor bevochtiging bepaald op basis van het type bevochtigingsinstallatie, de hoeveelheid te bevochtigen lucht en de mogelijkheid tot vochtterugwinning. Bij het type bevochtigingsinstallatie wordt onderscheid gemaakt tussen elektrische bevochtiging, een stoomketel, ultrasoonbevochtiging en waterbevochtiging.

Ultrasoonbevochtiging, waterbevochtiging en stoombevochtiging met een (niet-elektrische) stoomketel moeten als niet-elektrische bevochtigingsinstallatie worden beschouwd. Een bevochtigingsinstallatie waarbij de verdamingswarmte voor het water door elektriciteit wordt geleverd (bijvoorbeeld elektrische stoombevochtiging) moeten als elektrische bevochtigingsinstallatie worden beschouwd.

De aanwezigheid van vochtterugwinning, bijvoorbeeld met behulp van een warmtewiel met een speciale vochtabsorberende laag, heeft een gunstig effect op het energiegebruik voor bevochtiging. Vochtterugwinning door middel van recirculatie van de ventilatielucht wordt niet als vochtterugwinning beschouwd, hoewel daardoor natuurlijk wel de hoeveelheid te bevochtigen lucht kleiner wordt.

Relaties met andere installaties

Bevochtiging wordt in de huidige nieuwbouw niet vaak toegepast, mede vanuit het oogpunt van energiebesparing. Wanneer toch bevochtiging wordt toegepast, zal in veel gevallen ook gekozen worden voor vochtterugwinning. Dit kan worden gerealiseerd door middel van een warmtewiel met een vochtabsorberende laag. Het energiegebruik voor zowel bevochtiging als verwarming van de ventilatielucht worden hierdoor gunstig beïnvloed. Bevochtiging van de toevoerlucht is uiteraard alleen mogelijk indien het gebouw voorzien is van een mechanische luchttoevoervoorziening. Vochtterugwinning kan alleen worden toegepast indien er sprake is van mechanische luchttoe- en afvoer.

Aandachtspunten toetsing

- Ga na of de gebruiksoppervlakte die bij bevochtiging is ingevuld, juist is. Het betreft hier de gebruiksoppervlakte van het gedeelte van de rekenzone dat van bevochtigde lucht wordt voorzien. Deze oppervlakte kan kleiner zijn dan de totale oppervlakte van de rekenzone.
- Controleer of het type bevochtigingssysteem juist is ingevoerd.
- Wanneer sprake is van vochtterugwinning door middel van een warmtewiel met vochtabsorberende laag, ga dan na of ook bij het onderdeel ‘ventilatie’ gekozen is voor warmteterugwinning door middel van een langzaam roterende/intermitterende warmtewisselaar.
- Controleer bij de eindresultaten of de post E_{hum} groter dan 0 MJ is. Wanneer dit niet het geval is kan het zijn dat men vergeten is een rekenzone aan het bevochtigingssysteem toe te wijzen.

Aandachtspunten controle bouwplaats

- Controleer op de bouwplaats of, bij toepassing van waterbevochtiging, continu gebruik wordt gemaakt van vers water. Dit in verband met het gevaar van bacteriën.
- Controleer of het type bevochtigingssysteem overeenkomt met de berekening.

5.6 Verlichting (utiliteitsbouw)

In gebouwen of rekenzones met een woonfunctie wordt het energiegebruik voor verlichting berekend aan de hand van een vaste waarde per vierkante meter. Hier is geen invoer voor nodig en mag in geen enkel geval van afgeweken worden.

Dit hele hoofdstuk is alleen van toepassing voor utiliteitsbouw.

5.6.1 Lichtregelsystemen*Beschrijving*

Voor de verlichting van een gebouw kan gebruik worden gemaakt van dag- en kunstlicht. De mate waarin het daglicht kan worden benut is afhankelijk van het lichtaanbod (oriëntatie, belemmeringen, tijdstip, seizoen), de transparantie van de beglazing en de kleur en structuur van eventuele reflecterende oppervlakken (lightshelves).

Door in een gebouw de lichtregeling af te stemmen op de mate van daglichttoetreding kan aanzienlijk op het energiegebruik voor verlichting worden bespaard. Er zijn verschillende lichtregelingen mogelijk. Deze regelingen maken in meer of mindere mate gebruik van daglicht. De volgende lichtregelingen en -schakelingen kunnen worden onderscheiden:

- centraal aan/ uit: de verlichting wordt centraal in-/uitgeschakeld aan het begin en einde van de werkdag;

- vertrekschakeling: de verlichting wordt per vertrek geschakeld door middel van een schakelaar bij de deur.
Een variant hierop is de vertrekschakeling met de mogelijkheid om de raam- en gangzone afzonderlijk van elkaar te kunnen schakelen (dubbele vertrekschakeling);
- veegschakeling: de verlichting wordt op gezette tijden collectief uitgeschakeld, bijvoorbeeld tijdens de lunchpauze. De gebruikers die nog aanwezig zijn moeten dan zelf, door middel van een schakelaar in het vertrek, het licht weer aandoen;
- daglichtschakeling: de verlichting wordt (traploos) teruggeregeld zodra het lichtniveau een bepaalde grenswaarde overschrijdt;
- veeg- en daglichtschakeling: een combinatie van de twee bovenstaande systemen.

Naast het gebruik maken van daglicht levert ook het toepassen van aanwezigheidsdetectie een bijdrage aan de energiebesparing. Door middel van een sensor wordt geregistreerd of er iemand in het vertrek aanwezig is. Wanneer de sensor geen beweging meer signaleert wordt de verlichting uitgeschakeld.

Aanwezigheidsdetectie is met name geschikt in ruimten waar niet continu mensen aanwezig zijn. Denk bijvoorbeeld aan de kleedruimten in sportgebouwen of in de toiletgroepen in kantoren. Aanwezigheidsdetectie wordt ook toegepast in kantoorvertrekken.



Een sensor in het verlichtingsarmatuur registreert de lichtsterkte in de ruimte. Wanneer deze te laag is gaat de verlichting aan.

Energiegebruik

Het energiegebruik voor verlichting kan forfaitair of op basis van het werkelijk geïnstalleerd vermogen berekend worden.

Forfaitaire methode

Bij de forfaitaire methode wordt uitgegaan van een opgelegd elektriciteitsverbruik voor verlichting per m². Op dit verbruik wordt eventueel nog een reductie toegepast voor het toegepaste lichtregelsysteem. De forfaitaire elektriciteitsverbruiken variëren per gebruiksfunctie. Indieners mogen altijd uitgaan van deze forfaitaire methode, ook in de situaties waarin de methode op basis van het werkelijk geïnstalleerd vermogen tot een hogere EPC zou leiden. In de praktijk wordt de forfaitaire methode weinig toegepast. Het effect van daglichtbenutting wordt bij de forfaitaire methode niet in rekening gebracht.

Uitgebreide methode

Het energiegebruik voor verlichting op basis van het werkelijk geïnstalleerd vermogen wordt bepaald door het werkelijk geïnstalleerd vermogen (lampen en voorschakelapparatuur), het gekozen lichtregelsysteem, de per gebruiksfunctie opgelegde gebruikstijd en indien aanwezig de aanwezigheidsdetectie.

Voor de verschillende lichtregelsystemen zijn forfaitaire waarden gegeven voor de reductie van de gebruikstijd van deze verlichting in de dag- en kunstlichtsector ($F_{D, \text{dayl}}$ en $F_{D, \text{art}}$). Van deze waarden mag worden afgeweken, afwijkingen moet wel worden onderbouwd met een kwaliteits- of een gelijkwaardigheids-verklaring, waarbij volgens een verplicht voorgeschreven methode gewerkt moet worden, zie paragraaf 16.4 van de EPG.

Relaties met andere installaties

De mate waarin verlichting bijdraagt aan de interne warmtelast, de koelbehoefte en eventueel benodigde koelinstallatie is afhankelijk van het geïnstalleerde vermogen. Door de verlichtingsarmaturen te voorzien van armatuurafzuiging neemt de bijdrage van verlichting aan de interne warmtelast af. Ook door het toepassen van energiebesparende lichtregelingen, zoals een daglichtschakeling, neemt de bijdrage van verlichting aan de interne warmtelast af. Hierdoor is in de zomer minder koeling nodig, maar in de winter juist iets meer verwarming.

Omschrijving regeling / schakeling	$F_{D, \text{art}}$	$F_{D, \text{dayl}}$
Veegpulsschakeling in combinatie met daglichtschakeling of -regeling	0.70	0.55
Daglichtschakeling of- regeling	0.80	0.60
Veegpulsschakeling	0.75	0.75
Vertrekschakeling	0.90	0.90
Vertrekschakeling met mogelijkheid om gevelzone afzonderlijk aan- of uit te schakelen	0.90	0.75
Centraal aan/ uit	1.00	1.00

Aandachtspunten toetsing

- Als in een rekenzone meerdere regelingen zijn toegepast, dan moet de rekenzone onderverdeeld worden in verlichtingszones. Die onderverdeling moet zo gekozen worden dat er per verlichtingszone dezelfde regeling aanwezig is voor ten minste 70% van de vloeroppervlakte van die verlichtingszone. De reductiefactor (F_D) voor de rekenzone wordt bepaald uit het gewogen gemiddelde over de verschillende verlichtingszones.
- In afwijking van het vorige punt mag voor een rekenzone waar voor ten minste 70% van de vloeroppervlakte van die rekenzone dezelfde regeling aanwezig is, die betreffende regeling worden aangehouden voor de hele zone. Een opsplitsing in verlichtingszones is dan niet nodig. De reductiefactor (F_D) van die meest voorkomende regeling wordt dan voor de hele rekenzone aangehouden.
- Wanneer ten minste 70% van de verlichtingsarmaturen in een rekenzone is voorzien van armatuurafzuiging dan moet dit zijn aangegeven in de berekening voor die rekenzone.

- Controleer of de aanwezigheidsdetectie daadwerkelijk aanwezig is. Aanwezigheidsdetectie mag in rekening gebracht worden als in meer dan 70% van een rekenzone aanwezigheidsdetectie aanwezig is.;
- Bij een daglichtafhankelijke regeling (al dan niet in combinatie met een veegschakeling) en een vertrekschakeling waarbij raam en gangzijde afzonderlijk zijn te schakelen is de ingevoerde waarde voor het oppervlak van de daglichtsector (A_{dayl}) van belang. Ga na of A_{dayl} op de juiste wijze is bepaald. In hoofdstuk 16.5 van NEN 7120 staat uitgebreid beschreven hoe A_{dayl} moet worden bepaald. A_{dayl} is (vrijwel) altijd kleiner dan het totale oppervlak van de verlichtingssector! De indiener kan er ook voor kiezen om voor A_{dayl} de forfaitaire waarde aan te houden. In dat geval is deze controle niet nodig.

Aandachtspunten controle bouwplaats

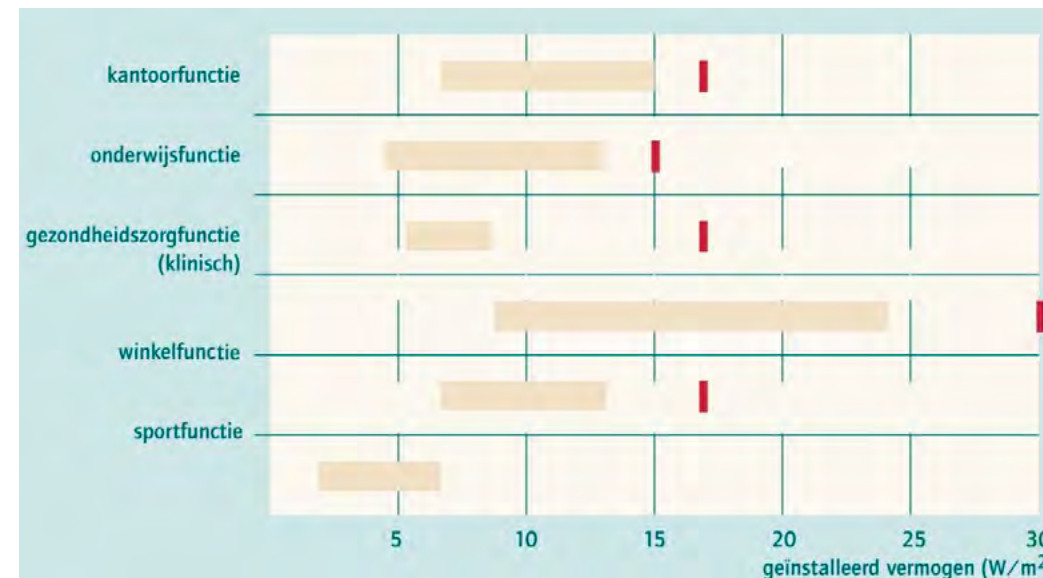
- Ga op de bouw na of de lichtregeling overeenkomt met hetgeen in de berekening is aangehouden. Met name in geval van daglichtregeling en/of veegschakeling.
- Controleer op de bouw of ten minste 70% van de verlichtingsarmaturen is voorzien van armatuurafzuiging als dit in de berekening aangegeven is.
- Controleer of de aanwezigheidsdetectie daadwerkelijk aanwezig is. Aanwezigheidsdetectie mag in rekening gebracht worden als in meer dan 70% van een rekenzone aanwezigheidsdetectie aanwezig is.

5.6.2 Verlichtingssystemen

Beschrijving

De benodigde hoeveelheid verlichting is afhankelijk van de activiteiten die in de ruimte plaatsvinden. De keuze voor een verlichtingssysteem wordt gemaakt op basis van de gewenste verlichtingssterkte en luminantieverhoudingen, het voorkomen van verblinding en spiegelingen en de kleureigenschappen van het kunstlicht. Een verlichtingssysteem bestaat uit directie, indirecte of een combinatie van directe en indirecte verlichting. Uitgaande van de verlichtingssterkte kan een onderscheid worden gemaakt in oriëntatieverlichting (verkeersruimte, magazijn), werkverlichting (kantoor, leslokaal) en speciale werkverlichting (laboratorium, operatiekamer).

Door gebruik te maken van energie-efficiënte verlichtingssystemen (bijvoorbeeld TL5 of PL-verlichting) is ten opzichte van conventionele verlichtingssystemen een reductie op het te installeren vermogen te behalen. Deze energie-efficiënte verlichtingssystemen bestaan uit elektronische hoogfrequente voorschakelapparaten, fluorescentielampen met weinig lichtterugval en hoogrendement spiegeloptiekarmaturen. Nieuw en sterk in opmars is de LED-verlichting. In de meeste utiliteitsgebouwen wordt van dergelijke energiezuinige systemen gebruik gemaakt omdat de post verlichting een relatief groot aandeel heeft in het totale energiegebruik.



Bandbreedtes van het geïnstalleerd vermogen aan verlichting in enkele voorbeeldprojecten (brochure “Dat licht zó”) Het rode streepje geeft het geïnstalleerd vermogen aan dat bij de forfaitaire berekeningsmethode van de EPC wordt aangehouden.

Energiegebruik

Het energiegebruik voor verlichting kan forfaitair of op basis van het werkelijk geïnstalleerd vermogen worden berekend.

Voor een toelichting op deze twee methoden, zie paragraaf 5.6.1.

5.6 Verlichting (utiliteitsbouw)

Relaties met andere installaties

De mate waarin verlichting bijdraagt aan de interne warmtelast, de koelbehoefte en eventueel benodigde koelinstallatie is afhankelijk van het geïnstalleerd vermogen.

Het geïnstalleerd vermogen is afhankelijk van de keuze voor een verlichtingssysteem (directe, indirecte verlichting of een combinatie hiervan). Plafondverlichting met een relatief lage verlichtingssterkte in combinatie met (directe) werkplekverlichting met hoge verlichtingssterkte geeft gemiddeld een laag te installeren vermogen.

Aandachtspunten toetsing

- Controleer aan de hand van de verlichtingstekeningen globaal of het opgegeven vermogen voor verlichting juist is.
De vermogens van de lampen zijn veelal terug te vinden in een armaturenlijst. De vermogens van de voorschakelapparatuur zijn moeilijker te controleren, maar als vuistregel kun je stellen dat bij elektronische hoogfrequente voorschakelapparaten het vermogen circa 10% van het vermogen dat van de lampen is.
- Het geïnstalleerde vermogen is het vermogen van de lampen inclusief voorschakelapparatuur!
- In principe hoeft alleen het geïnstalleerde vermogen van de gebouwgebonden verlichting in de berekening te zijn opgegeven. De vermogens van losse bureaulampen mogen dus buiten beschouwing worden gelaten.



Gebouwgebonden verlichting moet in de EPC-berekening worden ingevoerd. De vermogens van losse bureaulampen (werkplekverlichting) mogen buitenbeschouwing worden gelaten.

Aandachtspunten controle bouwplaats

- Controleer op de bouw globaal of het opgegeven vermogen voor verlichting juist is. De vermogens van de lampen zijn veelal op de lampen zelf gedrukt. De vermogens van de voorschakelapparatuur zijn op de bouw moeilijker te controleren, maar als vuistregel kun je stellen dat bij elektronische hoogfrequente voorschakelapparaten het vermogen circa 10% van het vermogen dat van de lampen is.
- Het geïnstalleerde vermogen is het vermogen van de lampen inclusief voorschakelapparatuur!
- In principe hoeft alleen het geïnstalleerde vermogen van de gebouwgebonden verlichting in de berekening te zijn opgenomen. De vermogens van losse bureaulampen mogen dus buiten beschouwing worden gelaten.

5.7 Zonnecellen (PV-cellen)

Beschrijving

Zonnecellen of fotonvoltaïsche cellen (PV-cellen) zetten opvallend (zon)licht door middel van een fysisch proces om in elektriciteit. Er bestaan drie typen zonnecellen: amorfe, monokristallijne en multikristallijne silicium zonnecellen.

Zonnecellen van multikristallijn worden het meest toegepast, deze zijn goedkoper en eenvoudiger te maken dan zonnecellen van monokristallijn. Het rendement van deze cellen is in het algemeen ook lager. Ook worden systemen met amorfe zonnecellen toegepast. Op hoofdlijnen zijn twee typen systemen te onderscheiden: netgekoppelde en autonome PV-systemen.

Netgekoppelde systemen

Bij woningen worden meestal netgekoppelde systemen toegepast. Bij deze systemen wordt het teveel aan opgewekte elektriciteit aan het openbare elektriciteitsnet geleverd (de meter loopt 'terug'). De opbrengst wordt aan de hand van -tussen bewoners en elektriciteitsbedrijf afgesproken- teruglevertarieven in mindering gebracht op de post elektra van de energierekening. Voordeel van een netgekoppeld systeem is dat op momenten dat de zon onvoldoende elektriciteit levert, de benodigde elektriciteit via het net geleverd kan worden. Dit zorgt voor een bedrijfszekere systeem.

Autonome systemen

Autonome systemen hebben accu's waarin het teveel aan opgewekte elektriciteit wordt opgeslagen. Deze systemen komen bijvoorbeeld voor bij zomerhuisjes. Deze woningen zijn meestal niet aangesloten op het landelijke elektriciteitsnet.

Zonnecellen worden in serie geschakeld en leveren gelijkstroom. Ons elektriciteitsnet werkt echter met wisselstroom. Om dit verschil op te heffen is een PV-systeem voorzien van een omvormer die de gelijkstroom omzet in wisselstroom.

Bij woningbouw worden meestal PV-panelen toegepast. Andere uitvoeringen zijn: zonnecellen verwerkt in zonwering of glazen dak, als film over een strook dakpannen, als element dat als een rij pannen tussen de andere pannen gelegd kan worden, als cel per dakpan, als strook verwerkt in kunststof dakbanen (plat dak) en als film op een metalen dakpaneel. De opbrengsten lopen sterk uiteen.



Een mooie manier om zonnecellen toe te passen is geïntegreerd in buitenzonwering.



PV-cellen als film over een strook dakpannen.



Pv panelen geïntegreerd in het dakvlak.



PV-panelen geïntegreerd in een daglichtstrook in het dakvlak.

Utiliteitsbouw

Bij utiliteitsbouw worden PV-systemen vaak op daken geplaatst. Het is echter ook mogelijk om zonnecellen toe te passen in gevels en als zonwering. De opbrengst van dergelijke PV-systeem is, door de niet optimale oriëntatie, in het algemeen lager dan van een goed opgesteld daksysteem.

Energieopbrengst

Bij zonnecellen is sprake van een energieopbrengst. Deze wordt uitgedrukt in een jaaropbrengst. In de EPG-methodiek wordt de jaaropbrengst van de zonnecellen in mindering gebracht op het totale energiegebruik per jaar. Wanneer er meer energie geproduceerd wordt door de zonnecellen dan er per jaar op het perceel gebruikt wordt (ook het gasverbruik wordt gecompenseerd), dan wordt het gebouw gezien als energieleverend. De EPC kan in deze situaties dus zelfs kleiner dan 0 worden.

Forfaitaire opbrengstfactor (RF _{PV,i})	
Wijze van bouwintegratie van PV-panelen	RF _{PV,i}
Cellen niet geventileerd (direct, zonder luchtspouw op dak of gevel gemonteerd)	0.70
Cellen matig geventileerd (met luchtspouw op of in dak of gevel gemonteerd)	0.75
Sterk geventileerd (vrijstaand op open draagconstructie gemonteerd)	0.80

- De jaaropbrengst van het PV-systeem moet worden berekend en is afhankelijk van:
- de jaarlijkse hoeveelheid opvallende zonnestraling, afhankelijk van oriëntatie en hellingshoek;
 - het type PV-systeem (reductiefactor RF). De reductiefactor kan forfaitair worden bepaald. Indien een afwijkende waarde is toegepast moet deze naar beneden zijn afgerond op een veelvoud van 0,01;
 - het type PV-cel; gegevens (o.a. Watt-piek vermogen per m²) kunnen worden opgevraagd bij de betreffende fabrikant. NEN 7120 geeft (veilige) richtgetallen variërend van 55 W_p/m² (amorf) tot 135 W_p/m² (monokristallijn);
 - de oppervlakte van de PV-cellen;
 - eventuele beschaduwning van het systeem.

Watt-piekvermogen per m²	S [W _p /m²]
Richtgetallen NEN 7120	
Monokristallijn silicium	135
Multikristallijn silicium	125
Amorf silicium (enkelvoudige junctie)	55
Amorf silicium gebaseerd (multi-junctie)	65
Dunne film (CIGS, koper-indium/gallium-diselenide)	100
Dunne film (CdTe, cadmiumtelluride)	90

óf ontleend aan productinformatie volgens NEN-EN-IEC 60904-1.

Relaties met andere installaties

Een PV-systeem is een elektriciteitsopwekkingssysteem en wordt onafhankelijk van andere opwekkingssystemen (verwarming, warm tapwater, koeling, ventilatie) toegepast.

Aandachtspunten toetsing

- Controleer aan de hand van tekeningen de ingevoerde oriëntatie, hellingshoek en oppervlakte van de zonnecellen.
- Controleer ook belemmeringen en beschaduwning.
De opbrengst van een zonnepaneel daalt drastisch als een deel van het paneel wordt beschaduwd. Meestal bestaat een zonnepaneel uit een aantal in serie geschakelde zonnecellen (dat betekent dat wanneer één cel geen zonlicht ontvangt, de hele serie geen stroom levert). Ook kan een aantal panelen in serie geschakeld zijn, waardoor hetzelfde effect op grotere schaal kan optreden.
- Een teveel aan elektriciteit kan worden teruggeleverd aan het net. Dit teveel wordt in de EPG-methodiek gehonoreerd als geëxporteerde energie (zie bij energieopbrengst).
- De energieopbrengst van verschillende PV-systemen loopt nogal uiteen: vraag gegevens op over het toegepaste systeem.

Aandachtspunten controle bouwplaats

- Controleer op de bouw de oriëntatie, hellingshoek en oppervlakte van de zonnecellen.
- Controleer ook belemmeringen en beschaduwning.
De opbrengst van een zonnepaneel daalt drastisch als een deel van het paneel wordt beschaduwd. Meestal bestaat een zonnepaneel uit een aantal in serie geschakelde zonnecellen (dat betekent dat wanneer één cel geen zonlicht ontvangt, de hele serie geen stroom levert). Ook kan een aantal panelen in serie geschakeld zijn, waardoor hetzelfde effect op grotere schaal kan optreden.
- De energieopbrengst van verschillende PV-systemen loopt nogal uiteen: controleer bij niet-forfaitaire Watt-piekvermogens op de bouw of het type PV-paneel klopt met het type dat in de berekening is aangehouden.
- Wanneer in de berekening is uitgegaan van de forfaitaire Watt-piekvermogen (zie paragraaf 5.7.1), controleer dan op de bouw of het juiste type PV-panelen is toegepast (monokristallijn, multikristallijn etc.);
- De energieopbrengst van een koud PV-systeem is hoger dan van een warm PV-systeem. Door het systeem te ventileren wordt de temperatuur verlaagd, en daarmee de opbrengst verhoogd. Controleer op de bouw of het systeem daadwerkelijk wordt geventileerd. Dit is afhankelijk van het type bouwintegratie.

5.8 PVT

Beschrijving

PVT staat voor PV-Thermisch. Hiermee wordt de techniek bedoelt waarbij fotonvoltaïsche cellen (PV-cellen) worden gecombineerd met een thermische zonnecollector voor de productie van zowel elektrische als zon-thermische energie (bijv. in de vorm van warm water of warme lucht). Voor het rendement van PV-cellen is het belangrijk dat de temperatuur in de cellen niet te hoog wordt. Gewone PV-cellen worden daarom vaak gekoeld met buitenlucht. Bij een PVT-systeem wordt de koeling gerealiseerd door water of een koelmiddel dat achter de panelen langs loopt. De afgevoerde warmte kan vervolgens gebruikt worden voor de bereiding van warm tapwater of voor de verwarming van lucht.

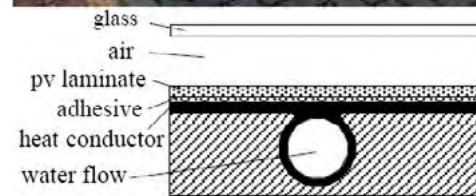


Figure 1: Glazed PVT module



Figure 2: Unglazed PVT module

Principe PVT.

Het voordeel van een PVT-systeem ten opzichte van een los PV-paneel en zonneboiler is dat het systeem ongeveer 20 tot 40 procent meer energie per vierkante meter oplevert. Er is dus minder (dak)oppervlak nodig voor dezelfde hoeveelheid zonne-energie.

Er zijn PVT-systemen op de markt met en zonder afdekking van enkel glas. Naast dit invoergegeven zijn verder alle invoergegevens nodig die nodig zijn voor zonneboilers en PV-panelen (zie paragraaf 5.3.10 en paragraaf 5.7).

Energieopbrengst

Een PVT-systeem levert zowel een vermindering van de jaarlijkse energiebehoefte voor tapwater (net als een zonneboiler) als een gedeelte eigen energieproductie (net als PV-panelen) op. De berekening van de bijdrage van een PVT-systeem gaat dan ook grotendeels op dezelfde wijze als de berekening van de jaaropbrengst van een zonneboiler (zie paragraaf 5.3.10) en van gewone PV-panelen (zie paragraaf 5.7.1).

Een PVT-systeem levert per vierkante meter uiteraard minder energie voor tapwater op dan een gewone zonneboiler, omdat een deel van de opvallende zonne-energie gebruikt wordt voor het opwekken van elektriciteit. Dit wordt, in aanvulling op de berekening van de jaaropbrengst van een zonneboiler, in rekening gebracht door middel van de reductiefactor $F_{PVT;th}$. Zie de tabel op pagina 120.

PVT-reductiefactor voor bijdrage aan warmtapwaterverwarming	$F_{PVT;th}$
Met enkel glas afgedekt systeem	
$A_{col}/V_{sto} : < 0,015 \text{ m}^2/\text{dm}^3$	0.76
$A_{col}/V_{sto} : 0,015 - 0,03 \text{ m}^2/\text{dm}^3$	0.83
$A_{col}/V_{sto} : > 0,03 \text{ m}^2/\text{dm}^3$	0.89
Onafgedekte systemen	0.90

A_{col} is het collectoroppervlak en V_{sto} is het volume van het opslagvat van het PVT-systeem.

Ook voor de opwekking van elektriciteit geldt dat een PVT-systeem per vierkante meter minder elektriciteit oplevert dan een gewoon PV-paneel, omdat een deel van de opvallende zonne-energie gebruikt wordt voor het opwekken van warm tapwater. Dit wordt in rekening gebracht door middel van de reductiefactor $F_{PVT;PV}$.

PVT-reductiefactor voor elektriciteitsopwekking	$F_{PVT;th}$
Met enkel glas afgedekt systeem	
$A_{col}/V_{sto} : < 0,015 \text{ m}^2/\text{dm}^3$	0.88
$A_{col}/V_{sto} : 0,015 - 0,03 \text{ m}^2/\text{dm}^3$	0.84
$A_{col}/V_{sto} : > 0,03 \text{ m}^2/\text{dm}^3$	0.80
Onafgedekte systemen	1.00

Uit de linksstaande tabellen blijkt dat de bijdrage voor warmtapwater hoger is naarmate de bijdrage voor elektriciteitsopwekking kleiner is en vice versa. Dit komt omdat er voor elektriciteitsopwekking een ander optimum is in de samenstelling van het systeem dan voor warmtapwater opwekking.

Relaties met andere installaties

Voor een PVT-systeem geldt net als voor een zonneboiler dat het altijd gecombineerd wordt met een naverwarmingstoestel. Vrijwel ieder type opwekkingstoestel voor warmtapwater komt hiervoor in principe in aanmerking, mits voorzien van een NZ-gaskeur.

Aandachtspunten toetsing

- Controleer dezelfde punten als bij de toepassing van een zonneboiler, zie paragraaf 5.3.10;
- Controleer dezelfde punten als bij de toepassing van PV-panelen, zie paragraaf 5.7.1;
- Controleer in de installatietechnische gegevens of er een afgedekt of een onafgedekt systeem wordt toegepast.;
- Controleer bij een afgedekt systeem of de juiste verhouding tussen collectoroppervlak en opslagvat volume is aangehouden.

Aandachtspunten controle bouwplaats

- Controleer dezelfde punten als bij de toepassing van een zonneboiler, zie paragraaf 5.3.10;
- Controleer dezelfde punten als bij de toepassing van PV-panelen, zie paragraaf 5.7.1;
- Controleer op de bouw of het juiste systeem is toegepast: afgedekt of onafgedekt.

Beoordelingskader EMG

6

6 | Beoordelingskader EMG



6 Beoordelingskader EMG

In de NEN 7120 is een forfaitair rendement voor maatregelen op gebiedsniveau opgenomen. Wanneer men daarvan wil afwijken (en bijvoorbeeld een hoger opwekkingsrendement voor externe warmtelevering in rekening wil brengen), dan moet dit conform de EMG (NVN 7125) bepaald worden. EMG staat voor ‘Energieprestatienorm voor maatregelen op gebiedsniveau’.

In de EMG zijn berekeningsmethodieken voor collectieve systemen voor verwarming, koeling, warmtapwater en elektriciteitopwekking opgenomen. In sommige gevallen is er een extra onderbouwing nodig. In de EMG is opgenomen wanneer dit nodig is, en waar de extra onderbouwing dan uit dient te bestaan.

Een EMG-berekening kan eenmalig voor een gebied uitgevoerd worden, waarna de resultaten in principe voor alle woningen en gebouwen in dat gebied gebruikt kunnen worden. Uiteraard moet er wel steeds aan de uitgangspunten van de EMG-berekening voldaan worden.

In het Bouwbesluit is een getrapte eis met betrekking tot de EPC opgenomen. Hiermee wordt beoogd dat woningen en gebouwen in een gebied met goede maatregelen op gebiedsniveau toch een bepaalde minimale energetische kwaliteit hebben. Bij toepassing van de EMG zullen er dus altijd twee EPC-berekeningen gemaakt moeten worden. Een EPC-berekening zonder toepassing van de EMG (met een voorgeschreven waarde voor de opwekkingsrendementen) en een EPC-berekening met toepassing van de EMG.

Als de aanvrager van een omgevingsvergunning de EMG niet wil gebruiken, kunnen de forfaitaire waarden uit de EPG aangehouden worden in de EPC-berekening.

Zie voor meer informatie over het gebruik en de controle van de EMG: **‘Beoordelingskader EMG’**

Gelijkwaardigheid

7

7 | **Gelijkwaardigheid**



Forfaitaire methode of werkelijke gegevens?

Een EPC-berekening wordt vaak al in een vroeg stadium van het ontwerpproces gemaakt. Het is mogelijk dat dan nog niet alle (gedetailleerde) gegevens van het gebouw en de installaties bekend zijn. Op dat moment kan de indiener er voor kiezen om (een gedeelte van) de berekening uit te voeren met behulp van de zogenaamde forfaitaire gegevens. De forfaitaire gegevens mogen in alle gevallen gebruikt worden, en geven over het algemeen een veilige waarde. Een veilige waarde betekent dat het merendeel van de op de markt aanwezige leveranciers een apparaat kunnen leveren met een beter rendement. De EPC valt met de forfaitaire waarde dus vaak wat ongunstig uit. Voorbeelden van rekenen met forfaitaire waarden zijn:

- het gebruik van de in de norm opgegeven rendementen voor HR-combiketels;
- het gebruik van de in de norm aangegeven gemiddelde leidinglengten voor warmtapwater.

Zelfs wanneer de forfaitaire methode een gunstiger EPC levert dan de methode met de werkelijke gegevens, mag de indiener altijd de forfaitaire methode gebruiken!

In sommige gevallen mag een hoger rendement worden gehanteerd. Dat dient dan wel met metingen te worden aangetoond. Deze metingen dienen dan wel volgens een in de norm vastgelegde meetmethodiek uitgevoerd te worden onder voor de norm representatieve omstandigheden.

Hierbij moet wel rekening worden gehouden met de afrondingsregels. Zo'n claim kan worden vastgelegd in een kwaliteitsverklaring of een gelijkwaardigheids-verklaring van de fabrikant. Er is een belangrijk verschil tussen de twee verklaringen.

Kwaliteitsverklaringen worden voornamelijk gebruikt om de invoer van een berekening te veranderen, terwijl gelijkwaardigheidverklaringen worden gebruikt om de formules van de berekening te veranderen.

Kwaliteitsverklaring

Een kwaliteitsverklaring is een verklaring dat een product bepaalde eigenschappen heeft die bepaald zijn conform een algemeen geaccepteerde norm of bijlage van een norm.

Erkende kwaliteitsverklaring

Een erkende kwaliteitsverklaring is een schriftelijk bewijs, voorzien van een door de minister aangewezen merktken, afgegeven door een door de minister aangewezen instituut (bijv. Certificerende Instelling). Een bouw materiaal of bouwdeel met een door de minister erkende kwaliteitsverklaring wordt geacht te voldoen aan de eisen van het Bouwbesluit en moet door de vergunningverlener worden geaccepteerd.

Gelijkwaardigheidsverklaring

Het Bouwbesluit voorziet in de mogelijkheid een beroep op gelijkwaardigheid te doen als innovatieve oplossingen worden voorgesteld die niet in de bouwvoorschriften of aangewezen

7.1	Databank kwaliteits- en gelijkwaardigheidsverklaringen
7.2	Beoordelen gelijkwaardigheid
7.3	Stapelen gelijkwaardigheid

normen zijn voorzien, maar waarmee wel aan alle door het Bouwbesluit voorgeschreven prestaties wordt voldaan. Een dergelijk beroep op gelijkwaardigheid wordt een gelijkwaardigheidsverklaring genoemd. Bij gelijkwaardigheidsverklaringen wordt vaak achteraf een correctie uitgevoerd op de berekende EPC-waarde.

7.1 Databank kwaliteits- en gelijkwaardigheidsverklaringen

Agentschap NL heeft, in samenwerking met NEN en ISSO, een beoordelingssystematiek ontwikkeld voor het beoordelen van kwaliteits- en gelijkwaardigheidsverklaringen. Ingediende verklaringen worden gecontroleerd door een college van onafhankelijke deskundigen. Goedgekeurde verklaringen worden opgenomen in een database die bij ISSO te raadplegen is. Hierdoor wordt het voor bijvoorbeeld gemeenten, maar ook voor andere bouwpartijen, eenvoudiger om bij de beoordeling van EPC-berekeningen de gelijkwaardige technieken te waarderen en te controleren.

Ga naar de **'Database'** met gecontroleerde gelijkwaardigheids- en kwaliteitsverklaringen.

7.2 Beoordelen gelijkwaardigheid

Bij het beoordelen van gelijkwaardigheid kan men als volgt te werk gaan:

- Controleer of het product is opgenomen in de databank;
- Indien ja: controleer of in de EPC-berekening de juiste uitgangspunten zijn overgenomen van de kwaliteits- of gelijkwaardigheidsverklaring;
- Controleer vervolgens in de overige stukken en op de bouw of het juiste merk en type apparaat wordt toegepast;
- Wanneer een product (nog) niet voorkomt in de databank dient men zelf de geclaimde gelijkwaardigheid te controleren. Ook kan men de indiener wijzen op de databank en het product daar ter beoordeling (laten) indienen.

7.3 Stapelen gelijkwaardigheid

Bij het toepassen van meerdere gelijkwaardigheidsverklaringen is het van belang dat de juiste volgorde aangehouden wordt. Eerst moeten de gelijkwaardigheidsverklaringen toegepast worden die een verlaging van de energiebehoefte tot gevolg hebben. Daarna worden pas de gelijkwaardigheidsverklaringen toegepast om een beter rendement in rekening te brengen.

Divisie NL Energie en Klimaat voert in opdracht van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties het programma ‘Energie & Gebouwde Omgeving’ uit. Wij bieden professionele marktpartijen en overheden ondersteuning bij energiebesparing, duurzame energie en CO₂-reductie van de gebouwde omgeving.

Agentschap NL
NL Energie en Klimaat
Croeselaan 15
Postbus 8242 | 3503 RE Utrecht
T +31 (0) 88 602 92 00

© Agentschap NL | juni 2012
Publicatie-nr. 2EGOW1218

Deze publicatie is in opdracht van Agentschap NL door DGMR opgesteld.

Hoewel deze publicatie met de grootst mogelijke zorg is samengesteld kan Agentschap NL geen enkele aansprakelijkheid aanvaarden voor eventuele fouten.

Agentschap NL is een agentschap van het ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie. Agentschap NL voert beleid uit voor diverse ministeries als het gaat om duurzaamheid, innovatie en internationaal. Agentschap NL is hét aanspreekpunt voor bedrijven, kennisinstellingen en overheden. Voor informatie en advies, financiering, netwerken en wet- en regelgeving.

De divisie NL Energie en Klimaat versterkt de samenleving door te werken aan de energie- en klimaatoplossingen van de toekomst.

