



SenterNovem

Handboek Handhaving EPN

gebaseerd op NEN 5128:2004
en NEN 2916:2004



*Bouwkundige en installatie-
technische achtergrond-
informatie voor de
gemeentelijke afdeling
bouw- en woningtoezicht*

**Handboek
Handhaving EPN**

gebaseerd op NEN 5128:2004
en NEN 2916:2004

Inhoud

Summary

National building legislation sets standards for the energy performance of buildings. Each planning permission application for a new building must be accompanied by an energy performance calculation for the project under discussion. The calculation, known as an EPC, has to be checked by the local council's building regulations department. The purpose of this manual is to provide a guideline for assessing the correctness of such calculations. Checking the input of plant data can be a particularly complicated part of an EPC assessment.

This manual comprises two parts, the first of which deals with housing projects, while the second covers industrial buildings and public utility buildings. Each part has its own introduction to discuss general aspects. Subsequent chapters look at the effects of building orientation, at technical and structural aspects such as the heat resistance of a building's skin, infiltration through cracks and joints, and the application of passive energy principles. Finally, each part offers a practical look at the basic operating principles of a number of different types of plant (equipment and systems).

Short descriptions of the various types of plant are included, each accompanied by an illustration or photograph. In addition, a number of pertinent points are discussed regarding EPC assessment and on-site checks, including a link to the EPC section dealing with the relevant type of plant.

The plant types discussed in this manual are heating delivery systems, central heating boilers, total energy systems, seasonal storage systems, external (e.g. municipal) heating networks, heat pumps, solar heaters, fans, kitchen water heaters, combined central heating and hot water systems, electric water heaters, pumps, cooling delivery systems, absorption cooling equipment, compression cooling equipment, humidifiers, lighting, and photovoltaic systems.

This manual is based on Dutch standards NEN 5128 and NEN 2916, 2004 edition.

1. Inleiding	5
2. Overzicht behandelde onderwerpen	7
3. Woningbouw	8
3.1. Inleiding	8
3.2. Oriëntatie	11
3.3. Bouwkundige elementen	12
3.3.1. warmteweerstand dichte geveldelen	12
3.3.2. warmteweerstand transparante geveldelen	14
3.3.3. infiltratie	16
3.3.4. passieve zonne-energie	18
3.3.5. passieve koeling	20
3.4. Installaties	22
3.4.1. installatieconcepten	22
3.4.2. rendementen installaties	23
3.4.3. verwarming	26
3.4.4. ventilatie	42
3.4.5. warmtapwater	46
3.4.6. koeling	58
3.4.7. PV-cellen	65
4. Utiliteitsbouw	68
4.1. Inleiding	68
4.2. Oriëntatie	70
4.3. Bouwkundige elementen	71
4.3.1. warmteweerstand dichte geveldelen	71
4.3.2. warmteweerstand transparante geveldelen	73
4.3.3. infiltratie	76
4.3.4. passieve zonne-energie	78
4.3.5. passieve koeling	80
4.4. Installaties	82
4.4.1. installatieconcepten	82
4.4.2. rendementen installaties	83
4.4.3. verwarming	85
4.4.4. ventilatie	100
4.4.5. warmtapwater	105
4.4.6. pompen	118
4.4.7. koeling	119
4.4.8. bevochtiging	128
4.4.9. verlichting	130
4.4.10. PV-cellen	134
5. Instrumenten voor het toetsen van EPC-berekeningen	136
6. Publicatieoverzicht	139
Bijlage: lijst van symbolen	140

1. Inleiding

In het Bouwbesluit worden eisen gesteld aan de energiezuinigheid van gebouwen. Bij het indienen van een bouwaanvraag voor een nieuwbouwproject is het dan ook verplicht om bij de stukken een berekening van de energieprestatie van het betreffende project toe te voegen. Deze berekening, de EPC-berekening, wordt door de afdeling Bouw- en Woningtoezicht van de betreffende gemeente gecontroleerd. Dit handboek beoogt een helpende hand te bieden bij het beoordelen van de juistheid van een ingediende berekening. 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 normen NEN 5128 en NEN 2916, en de bijbehorende praktijkrichtlijnen NPR 5129 en NPR 2917, wordt wel uitgebreid stilgestaan bij deze onderwerpen. Dit handboek is één van de instrumenten die ontwikkeld zijn ten behoeve van de controle van EPC-berekeningen (zie verder in hoofdstuk 5).

Het handboek is gebaseerd op NEN 5128 en NEN 2916, uitgave 2004.

Opzet van het handboek

Dit handboek is opgedeeld in een deel woningbouw (hoofdstuk 3) en een deel utiliteitsbouw (hoofdstuk 4).

Elk deel heeft een eigen inleiding. In paragraaf 3.2 respectievelijk 4.2 wordt ingegaan op de effecten van oriëntatie op de EPC. In de daaropvolgende paragraaf 3.3 respectievelijk 4.3 worden bouwkundige aspecten zoals de warmteweerstand van de gebouwschil, de infiltratie door kieren en naden en het gebruik van passieve energie toegelicht. Tot slot worden in paragraaf 3.4 respectievelijk 4.4 op een praktische manier de basisprincipes van verschillende installaties (toestellen en systemen) besproken. Met name de controle van de invoer van de installatiegegevens is een lastig onderdeel bij de toetsing van een EPC-berekening.

Per soort installatie wordt een beknopte omschrijving gegeven met een illustratie of foto. Vervolgens wordt een aantal aandachtspunten belicht met betrekking tot de toetsing van een EPC-berekening en de controle op de bouwplaats. Hierin wordt ook de relatie gelegd met dat deel van de EPC-berekening, waarin een betreffende installatie voorkomt.

De indeling van de behandelde toestellen en systemen is afgestemd op de verschillende energieposten die in de uitdraai van de EPC-berekening worden benoemd.

Nieuwe en minder voorkomende technieken, zoals brandstofcellen, biomassa, elektrische ruimteverwarming en dessicant cooling worden niet behandeld in dit handboek.

De energiezuinigheid van een gebouw wordt beïnvloed door een aantal factoren:

- 1. 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. Bij utiliteitsbouw kan de interne warmtelast (bijvoorbeeld ten gevolge van computers) zo hoog zijn dat zonnewarmte juist moet worden buiten gehouden (bijvoorbeeld met buitenzonwering);
- 2. bouwkundige schil:** hoe beter de isolatiewaarde van gevel, dak en beganegrond vloer, des te kleiner zijn de transmissieverliezen. De isolatiewaarde wordt bij dichte delen uitgedrukt in R_c [m^2K/W], bij ramen, deuren en borstwering in U_w en U_d [W/m^2K]. Ook de infiltratie of mate van kierdichting, uitgedrukt in $q_{v;10;kar}/m^2$ [dm^3/sm^2], beïnvloedt de warmteverliezen;
- 3. 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.

energieposten in EPC-berekening

RESULTATEN EN ENERGIEPRESTATIEGEGEVENS			
verwarming	Qprim;verw	1498301	MJ
ventilatoren	Qprim;vent	116368	MJ
warmtapwater	Qprim;tap	73511	MJ
pompen	Qprim;pomp	84307	MJ
koeling	Qprim;koel	0	MJ
bevochtiging	Qprim;bev	0	MJ
verlichting	Qprim;vl	884401	MJ
comp. PV-cellen	Qprim;pv	-1085076	MJ
comp. WK	Qprim;comp;WK	0	MJ
	Qpres;woning	0	MJ
totaal	Qpres;tot	1571812	MJ
	Qpres;toel	3854682	MJ

2. Overzicht behandelde onderwerpen

In dit handboek is in de eerste plaats onderscheid gemaakt tussen woningbouw en utiliteitsbouw. Binnen deze twee categorieën worden de onderwerpen bouwkundige voorzieningen en installaties behandeld. Het onderscheid tussen woningbouw en utiliteitsbouw is gemaakt omdat enerzijds de toepassingsmogelijkheden en/of aandachtspunten per gebruiksfunctie verschillen en anderzijds toestellen of systemen verschillend worden gewaardeerd in de EPC-rekenmethodieken.

overzicht behandelde onderwerpen

hoofdstuk	onderwerp	W-bouw	pag	U-bouw	pag
bouwkundig	warmteweerstand dichte geveldelen	3.3.1	12	4.3.1	71
	warmteweerstand transparante geveldelen	3.3.2	14	4.3.2	73
	infiltratie	3.3.3	16	4.3.3	76
	passieve zonne-energie	3.3.4	18	4.3.4	78
	passieve koeling	3.3.5	20	4.3.5	80
verwarming	warmte-afgiftesystemen	3.4.3.1	26	4.4.3.1	85
	CV-ketel	3.4.3.2	28	4.4.3.2	87
	gebouwgebonden warmtekracht	3.4.3.3	30	4.4.3.3	89
	seizoensopslag			4.4.3.4	91
	externe warmtelevering	3.4.3.4	33	4.4.3.5	94
	warmtepomp	3.4.3.5	35	4.4.3.6	96
	zonneboilercombi	3.4.3.6	38	4.4.3.7	98
	hulpenergie voor verwarming	3.4.3.7	40		
ventilatie	ventilatie systemen	3.4.4.1	42	4.4.4.1	100
	ventilatoren	3.4.4.2	44	4.4.4.2	103
warmtapwater	elektro-boiler	3.4.5.1	46	4.4.5.1	105
	CV-combiketel	3.4.5.2	47	4.4.5.2	106
	elektrische boiler	3.4.5.3	49	4.4.5.3	106
	gebouwgebonden warmtekracht	3.4.5.4	50	4.4.5.4	110
	externe warmtelevering	3.4.5.5	52	4.4.5.5	112
	warmtepomp	3.4.5.6	53	4.4.5.6	114
	zonneboiler	3.4.5.7	57	4.4.5.7	116
pompen	regelingen pompen			4.4.6.1	118
koeling	koude-afgiftesystemen	3.4.6.1	58	4.4.7.1	119
	absorptiekoelmachine	3.4.6.2	59	4.4.7.2	121
	compressiekoelmachine	3.4.6.3	61	4.4.7.3	123
	seizoensopslag	3.4.6.4	63	4.4.7.4	125
bevochtiging	bevochtigingssystemen			4.4.8.1	128
verlichting	lichtregelsystemen			4.4.9.1	130
	verlichtingssystemen			4.4.9.2	132
PV-cellen	zonnecellen	3.4.7.1	65	4.4.10.1	134

3. Woningbouw

3.1. Inleiding

Om de juistheid van een ingediende EPC-berekening te kunnen beoordelen, moeten de volgende zaken worden getoetst: schematisering, oriëntatie, bouwkundige elementen en installaties. Daarvoor zijn naast de berekening zelf ook tekeningen nodig. Wanneer wordt afgeweken van forfaitaire waarden kunnen gelijkwaardigheidsverklaringen of kwaliteitsverklaringen nodig zijn om een beoordeling te kunnen maken.

Schematisering

De schematisering van de woonfunctie moet op tekening worden gecontroleerd. Iedere bouwlaag moet als aparte verwarmde zone zijn aangemerkt. Het samenvoegen van ruimten die op verschillende onderling aangrenzende bouwlagen liggen is alleen toegestaan als voor deze bouwlagen geldt dat deze bouwkundig en installatietechnisch volledig identiek zijn. Bouwkundig zullen bouwlagen niet vaak identiek zijn en zal iedere bouwlaag als een aparte verwarmde zone worden aangemerkt.

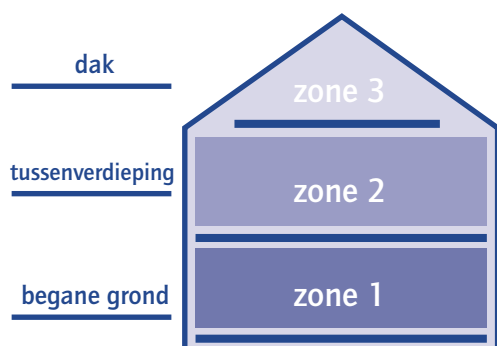
Installatietechnisch geldt dat in een verwarmde zone maximaal één verwarmingssysteem, één ventilatiesysteem en één koelsysteem aanwezig zijn. Verschillende installatietechnische uitgangspunten zullen binnen één woonfunctie echter niet vaak voorkomen. In hoofdstuk 7 van het bij de NPR 5129 behorende handboek wordt uitgebreid ingegaan op de schematisering van een woonfunctie.

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 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 bere-



kening. 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

Oriëntatie

De oriëntatie van een woning, het dak en de dakhelling zijn van groot belang in verband met de benutting van de binnenkomende zonnewarmte. Deze gegevens moeten op tekening worden gecontroleerd. Er worden twee soorten zonne-energie onderscheiden: actieve en passieve zonne-energie. In paragraaf 3.2 wordt hierop verder ingegaan. Specifieke zon-gerelateerde technieken worden behandeld in de paragrafen 3.3.4, 3.4.3.6, 3.4.5.7 en 3.4.7.1.

Bouwkundige elementen

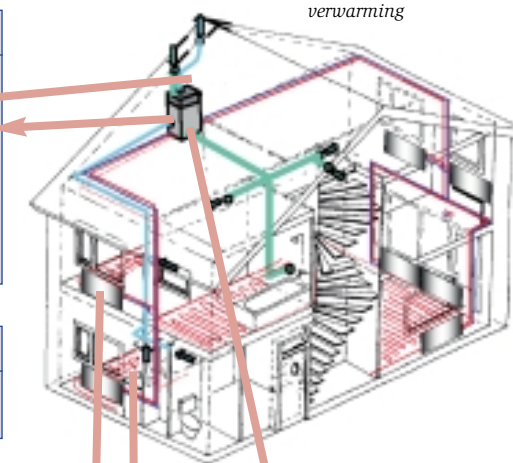
De invoer van isolatiewaarden (gevel, dak en begane grond vloer), ZTA- en $q_{v,10}$ -waarden moet in de EPC-berekening worden gecontro-

leerd. In de paragrafen 3.3.1 t/m 3.3.3 van dit handboek wordt hierop verder ingegaan. Het effect van deze elementen op passieve zonne-energie en passieve koeling komt aan de orde in de paragrafen 3.3.4 en 3.3.5 van dit handboek.

Installaties

Een efficiënt installatieconcept bespaart veel energie. Het bestaat uit de meest optimale combinatie van ventileren en verwarmen. Het bepaalt ook in belangrijke mate welke (combinaties van) energiebesparende technieken mogelijk zijn. Zie ook paragraaf 3.4.1 van dit handboek. De keuze van het installatieconcept heeft zowel effect op het systeemrendement als op de opwekkingsrendementen. De systeemrendementen komen aan de orde in de paragrafen 3.4.2 en 3.4.3.1 van dit handboek. De opwekkingsrendementen worden bij de verschillende opwekkingsinstallaties besproken (zie paragraaf 3.4.3.2 en verder).

Woning met mechanische ventilatie en lage temperatuur verwarming met radiatoren en vloerverwarming



INSTALLATIE W - VENTILATIE	
Ventilatie verwarmde zone: begane grond	
ventilatievoorziening	: mechanische luchttoe- en afvoer
type warmteterugwinning	: langzaam roterende/intermitterende warmtewisselaars
Nwtw	: 0,70
regelbaar door bewoners	: nee
toevoer in zomer	: toevoer niet uitschakelbaar
bypass aanwezig	: geen bypass
type voorverwarming	: voorverwarming door warmteterugwinning

INSTALLATIE W - VENTILATOREN	
Omschrijving zone	type ventilator
verwarmde zone 1	gebalanceerde ventilatie, gelijkstroom

INSTALLATIE W - VERWARMING EN HULPENERGIE		
Verwarmingssysteem 1 - Verwarmingssysteem 1		
verwarmingstoestel	type toestel	: individueel / centraal verwarmingstoestel
	type luchtverwarmer/ketel	: HR-107 Ketel
	aanvoertemperatuur	: laag temperatuur systeem (LT)
installatiekenmerken	individuele bemetering	: ja
	installatie voorzien van buffervat	: nee
	type verwarmingslichaam	: Combi vloer/wand + radiator
	opwekkingsrendement (Nopw;verw)	: 0,975 [-]
	systeemrendement (Nsys;verw)	: 0,975 [-]

3.2. Oriëntatie

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 de woning 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. De EPC valt dan dus 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 de forfaitaire methode gebruiken!

Bij het gebruik van werkelijke gegevens zal vaak een gelijkwaardigheids- of een kwaliteitsverklaring benodigd zijn om aan te tonen dat de opgegeven waarden kunnen worden gerealiseerd.

Gelijkwaardigheid en (erkende) kwaliteitsverklaring

In een kwaliteitsverklaring of een gelijkwaardigheidsverklaring staat het opwekkingsrendement, systeemrendement of andere voor de EPC-berekening van belang zijnde grootte vermeld.

Indien met metingen, volgens een in de norm vastgelegde meetmethode, kan worden aangetoond dat onder voor de norm representatieve omstandigheden een beter rendement kan worden gerealiseerd, dan mag dat hogere rendement worden gehanteerd. Hierbij moet wel rekening worden gehouden met de afrondingsregels. Zo'n claim kan worden vastgelegd in een *kwaliteitsverklaring* (afgegeven door een certificerings-instelling) of een eigen verklaring van de fabrikant.

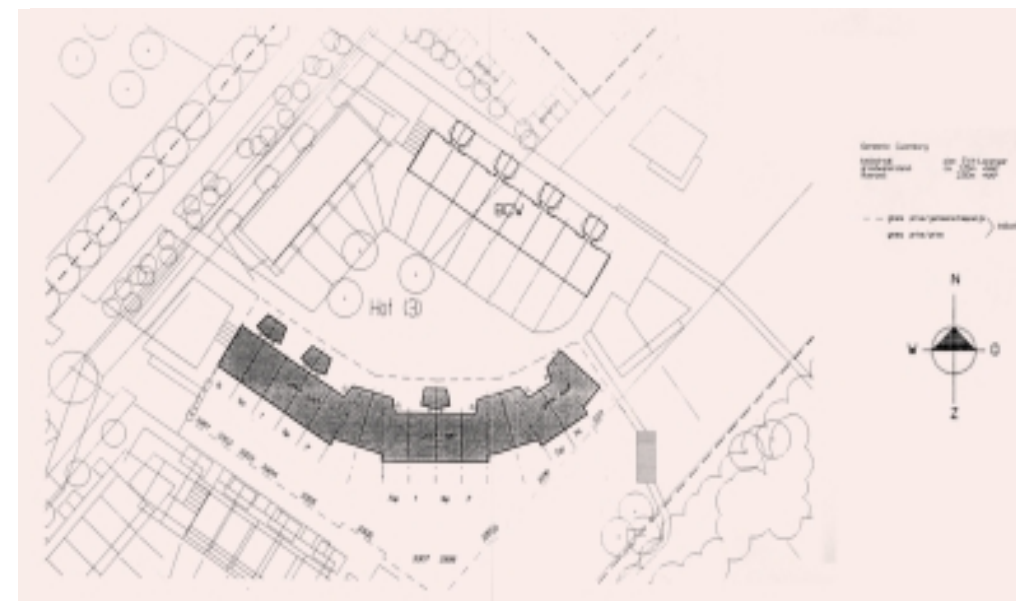
Een *erkende kwaliteitsverklaring* is gebaseerd op een beoordelingsrichtlijn (BRL) die is vastgesteld door de Stichting Bouw Kwaliteit (SBK), en wordt vervaardigd door een erkende certificeringsinstelling.

Het Bouwbesluit voorziet in de mogelijkheid een beroep op gelijkwaardigheid te doen als innovatieve oplossingen worden voorgesteld die niet in de bouwvoorschriften of aangewezen normen zijn voorzien, maar waarmee wel aan alle door het Bouwbesluit voorgeschreven prestaties wordt voldaan. Een dergelijk beroep op gelijkwaardigheid wordt een *gelijkwaardigheidsverklaring* genoemd.

Een kwaliteitsverklaring of gelijkwaardigheidsverklaring kan worden geleverd door de betreffende leveranciers en moet op juistheid worden gecontroleerd. Een erkende kwaliteitsverklaring moet altijd worden geaccepteerd. Door Stichting Bouw Kwaliteit (SBK) wordt een lijst bijgehouden met erkende en gewone kwaliteitsverklaringen. Zie ook www.senternovem.nl/epn.

De oriëntatie van een woning is van groot belang wanneer gebruik wordt gemaakt van passieve zonne-energie. Bij passieve zonne-energie wordt zonnewarmte direct gebruikt om de woning op te warmen. Wanneer aandacht wordt besteed aan zongeoriënteerd bouwen, kan zonnewarmte 's winters een behoorlijke besparing leveren op de verwarmingsenergie.

Zongeoriënteerd bouwen betekent dat een woning relatief veel glasoppervlakte op het zuiden heeft en relatief weinig op het noorden. Andere factoren die een rol spelen bij de benutting van de zonnewarmte zijn: bouwmasse, grootte en hellingshoek van de ramen, U- en ZTA-waarden van het glas, serres, belemmeringen en beschaduwing. Zie ook paragraaf 3.3.4. van dit handboek.



Deze verkaveling is op de zon georiënteerd.

Bij zongeoriënteerd bouwen zal de zonnewarmte in de zomer bijdragen aan de koelbehoefte en moet voorkomen worden dat het te warm wordt in de woning. De koelbehoefte en daarmee de kans op oververhitting kunnen geminimaliseerd worden door hier in het ontwerp al rekening mee te houden.

De kans op oververhitting van de woning kan worden verminderd met passieve koelmaatregelen zoals een buitenzonwering of overstekken, de gebouwmasse en een bypass bij warmteterugwinning. Zie ook paragraaf 3.3.5. Om nu te voorkomen dat men te weinig aandacht besteedt aan het gevaar van oververhitting wordt aan de hand van de maand juli met een indicatieve berekening het risico van te hoge temperaturen gegeven. Met passieve koelmaatregelen zoals een buitenzonwering of overstekken, gebouwmasse en een bypass

(bij warmteterugwinning) wordt de kans op temperatuuroverschrijdingen verminderd.

Bij het gebruik van actieve zonne-energie, wordt zonlicht omgezet in elektriciteit (met behulp van PV-cellen; zie paragraaf 3.4.7.1) en/of zonnewarmte wordt gebruikt om water op te warmen ten behoeve van tapwater en/of verwarming (met behulp van zonnecollectoren; zie de paragrafen 3.4.3.6 en 3.4.5.7 van dit handboek).

Bij deze systemen hangt de mate van energiebesparing af van de oriëntatie en hellingshoek waaronder de collectoren of panelen zijn geplaatst. Op een plat dak kunnen zonnecellen en/of zonnecollectoren met behulp van stellages zodanig worden geplaatst dat een gunstige energieopbrengst wordt gerealiseerd.

Ook een groot dakoverstek beperkt oververhitting.

3.3. Bouwkundige elementen

3.3.1. warmteweerstand dichte geveldelen

Beschrijving

In alle gebouwen vindt warmteverlies via de gevels, daken en vloeren plaats. De mate waarin dit gebeurt is de afgelopen decennia aanzienlijk verminderd. Woningen 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);
- warmteverlies via de aansluitingen (koudebruggen).

In deze paragraaf wordt het warmteverlies via de dichte delen en de koudebruggen besproken. In paragraaf 3.3.2 wordt aandacht besteed aan het warmteverlies via de transparante delen. Voor een uitgebreide behandeling van deze onderwerpen wordt verwezen naar hoofdstuk 10 en 11.1 van de NPR 5129.

Voor dichte geveldelen zoals muurconstructies, vloerconstructies en dakconstructies geeft de warmteweerstand, R_c [m^2K/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, zoals Rockwool, Isover en Builddesk beschikken over programma's waarmee de R_c van constructies berekend kan worden. De R_c -waarde kan worden omgerekend naar een U-waarde [W/m^2K], in de U-waarde wordt naast de R_c -waarde ook rekening gehouden met de overgangsweerstanden.

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].

Aandachtspunten

Dichte delen

- Voor de dichte delen zijn de R_c -waarden en oppervlakten van belang.
- de warmteweerstand van dichte geveldelen wordt in de EPC-berekening ingevoerd als R_c -waarde [m^2K/W]. Het EPN-programma rekent deze waarde, rekening houdend met de juiste overgangsweerstanden, om naar een U-waarde. 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;
 - ga bij woningen met een kruipruimte na of de hoogte van de kruipruimte juist is ingevoerd (h_{kr}).

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. 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.

- controleer bij gebruik van de **forfaitaire methode** de volgende gegevens:
 - de omtrek (perimeter) van de begane grondvloer P [m];
- 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 NPR 2068 geeft richtgetallen;
 - 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.).

De spouwmuur wordt voorzien van minerale wol.



EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

indicatie relatie R_c -waarde en isolatiedikte (mineralewol)	
dikte isolatie [mm]	R_c -waarde [m^2K/W]
ca. 80	2.5
ca. 100	3.0
ca. 120	3.5
ca. 140	4.0

h_{kr} : Alleen van belang bij vloeren boven een kruipruimte

Dichte delen

BOUWKUNDIGE GEGEVENS - TRANSMISSIE										
Definitie scheidingsconstructies zone: Verwarmde zone 1										
constructie	begrenzing	constructiedeel	A [m^2]	Hkr [m]	R_c [m^2K/W]	U [W/m^2K]	ZTA [-]	helling [°]	zonwering	beschaduwing
bg-vloer	kruipruimte	bg-vloer	45,9	0,60	3,00	0,12				
gevel zuid	buiten, Z	gevel	9,1		4,00	0,24				
		ramen	3,2				0,60	90	nee	min. belemmering
		dicht deel deur	1,5				2,00	90	nee	min. belemmering
gevel noord	buiten, N	gevel	9,9		4,00	0,24				

Lineaire koudebruggen

BOUWKUNDIGE GEGEVENS - LINEAIRE KOUDEBRUGGEN			
Er is gerekend volgens de forfaitaire methode m.b.t. de koudebruggen. Bij de forfaitaire methode wordt een correctie op de U-waarde toegepast.			
Definitie lineaire koudebruggen zone: verwarmde zone			
constructie	begrenzing	koudebrug	P [m]
bg-vloer	kruipruimte	aansluiting bgvloer	116,23

Belangrijk! Controleer deze waarde. Als een te kleine P wordt ingevoerd, levert dit een te gunstige EPC-waarde.

Lineaire koudebruggen kunnen forfaitair of met de uitgebreide methode worden berekend. In de berekening staat aangegeven welke methode is gebruikt.

richtgetallen ψ -waarde volgens NPR 2068	
dak	$0.10 \leq \psi \leq 0.40$ [$W/(mK)$]
gevel	$-0.15 \leq \psi \leq 0.65$ [$W/(mK)$]
begane grondvloer	$\psi_{gr} = -0.1$; $\psi_e = 0.9$ [$W/(mK)$]
overig	$0.15 \leq \psi \leq 0.75$ [$W/(mK)$]
afwijkende waarden zijn toegestaan (eigen waarde)	

BOUWKUNDIGE GEGEVENS - LINEAIRE KOUDEBRUGGEN							
Er is gerekend volgens de uitgebreide methode m.b.t. de koudebruggen.							
Definitie lineaire koudebruggen zone: woning							
constructie	begrenzing	koudebrug	1/P type detail [m]	ψ_i [W/mK]	$\psi_{i/gr}$ [W/mK]	$\psi_{i/e}$ [W/mK]	E_{ps} [W/mK]
begane grondvloer	kruipruimte	koudebrug	9,60				
voorgevel	buitenlucht,N	kozijnen boven	1,00	gevel: kozijnaansluiting	0,100		
		kozijnen zij	15,55	gevel: kozijnaansluiting	0,100		

Oppervlakte van de ventilatieopeningen in de kruipruimte per m omtrek (richtwaarde $0.0012 m^2/m$)

3.3. bouwkundige elementen

3.3.2. warmteweerstand transparante geveldelen

Beschrijving

In alle gebouwen vindt warmteverlies via de gevels, daken en vloeren plaats. De mate waarin dit gebeurt is de afgelopen decennia aanzienlijk verminderd. Woningen 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);
- warmteverlies via de aansluitingen (koudebruggen).

In deze paragraaf wordt het warmteverlies via de transparante delen besproken. In paragraaf 3.1.1 wordt aandacht besteed aan het warmteverlies via de dichte delen en de lineaire koudebruggen. Voor een uitgebreide behandeling van deze onderwerpen wordt verwezen naar hoofdstuk 10 en 11.1 van de NPR 5129.

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 EPN (forfaitair) kunnen worden gehanteerd.

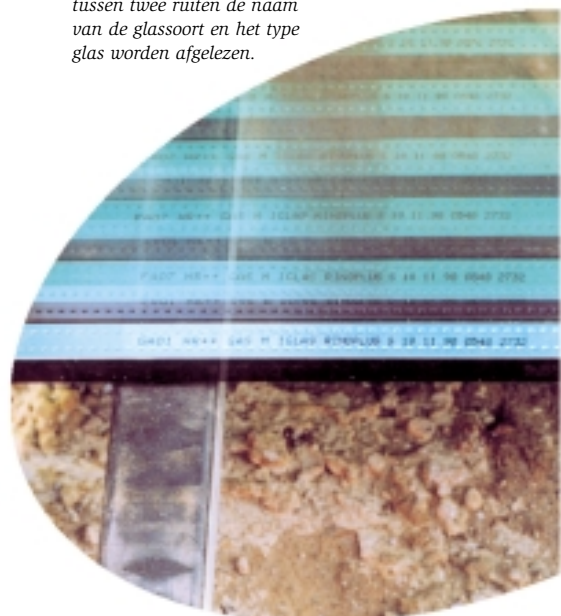
type glas	U_{gl} [W/m ² K]	hout of kunststof kozijn met $U_{fr} = 2.4$ [W/m ² K]	metalen kozijn met thermische onderbreking met $U_{fr} = 3.8$ [W/m ² K]	metalen kozijn zonder thermische onderbreking met $U_{fr} = 7.0$ [W/m ² K]
dubbel glas	2.8	2.9	3.3	4.1
HR-glas	2.0	2.3	2.8	3.6
HR+-glas	1.6	2.0	2.5	3.3
HR++-glas	1.2	1.8	2.2	3.0

U_w : rekenwaarden in het kader van EPN (glas + kozijn)

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/m², en de U -waarde van het glas 1.2 W/m²! De (negatieve) invloed van het kozijn is dus aanzienlijk.

Vaak kan op de afstandhouder tussen twee ruiten de naam van de glassoort en het type glas worden afgelezen.



Warmteweerstand transparante geveldelen

Voor transparante geveldelen (ramen, deuren en panelen) worden in de EPC-berekening de warmtedoorgangscoefficient U [W/m²K], de zontoetredingsfactor (ZTA), de hellingshoek ten opzichte van een horizontaal vlak, de aanwezigheid van buitenzonwering en de beschaduwing ingevoerd.

De warmtedoorgangscoefficient 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 tabel op pagina 12 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 warmtedoorgangscoefficient van deuren, U_d , is afhankelijk van het type deur (wel/niet geïsoleerd) en de verhouding tussen dicht en eventueel transparant deel.

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

BOUWKUNDIGE GEGEVENS - TRANSMISSIE										
Definitie scheidingsconstructies zone: woning										
constructie	begrenzing	constructiedeel	A [m ²]	Hkr [m]	Rc [m ² K/W]	U [W/m ² K]	ZTA [-]	helling [°]	zonwering	beschaduwing
bg vloer	grond	bg grondvloer	45,9		3,00	0,12				
gevel zuid	buiten, Z	gevel 9,1		4,00	0,24					
		ramen	3,2			1,60	0,60	90	nee min. belemmering	
gevel noord	buiten, N	dicht deel deur	1,5			2,00	0,00	90	nee min. belemmering	
		gevel	9,9		4,00	0,24				

richtgetallen warmtedoorgangscoefficient van deuren

type deur	voorwaarde	U_d [W/m ² K]
dichte deur	geen lichtdoorlaat	3.4
thermisch isolerende dichte deur	≥ 65% A_{deur} is geïsoleerd*)	2.0
deur splitsen in deur en raam	< 65% A_{deur} is transparant	U_d én U_w
deur invoeren als raam	≥ 65% A_{deur} is transparant	U_w

*) technische informatie kan hierover uitsluitel geven

gebruikelijke ZTA-waarden

glastype	ZTA
warmtereflecterend, niet zonwerend dubbel glas	0.70
warmtereflecterend, niet zonwerend HR-glas	0.60
zonwerend glas	≤ 0.35
dichte panelen/deuren	0

3.3. bouwkundige elementen

3.3.3. Infiltratie

Beschrijving

De luchtdoorlatendheid (ook wel luchtdichtheid genoemd) van een woning wordt bepaald door de naden en kieren in de gebouwschil (gevels, dak, begane grondvloer). Zij hangt af van:

- **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;
- **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.

q_{v,10}-waarde

In de energieprestatienorm wordt de luchtdoorlatendheid van woningen aangegeven als de karakteristieke luchtdoorlatendheid per m², ofwel q_{v,10;kar,i}/m² [dm³/sm²]. Hoe lager deze waarde, des te beter zijn naden en kieren gedicht en des te kleiner zijn de warmteverliezen. De bepaling en toetsing van de q_{v,10}-waarde in het kader van de bouw aanvraag is een lastige aangelegenheid. Het probleem wordt gevormd doordat de q_{v,10}-waarde pas bij de voltooiing van de woning kan worden bepaald en er bij de EPC-berekening al wel een waarde moet worden ingevuld.

Er zijn enkele methoden om de q_{v,10}-waarde vooraf in te schatten:

- in de informatieve (!) bijlage G uit NEN 5128 is een methode opgenomen waarmee de luchtdoorlatendheid indicatief kan worden berekend. Daarin zijn de volgende factoren meegenomen: bouwjaar, bouwtype, woningtype, verhouding verlies-/gebruiksoppervlakte en bouwkwaliteit. In de praktijk blijkt echter dat deze methode niet in alle gevallen voldoende betrouwbaar is en te hoge waarden voor q_{v,10;kar,i}/m² geeft (zelfs boven het niveau van het Bouwbesluit);
- een andere mogelijkheid om de q_{v,10}-waarde vooraf in te schatten vormt de rekenmethode die in de SBR-publicatie 'Referentiedetails' is opgenomen;
- ook komt men vaak de volgende richtgetallen tegen. Voor woningen met een natuurlijke ventilatiecomponent wordt een q_{v,10;kar}/m² van 1.0 tot 1.43 dm³/sm² aangehouden, woningen met mechanische toe- en afvoer zouden een q_{v,10;kar}/m² van 0.625 dm³/sm² bezitten. De achtergrond voor dit verschil is dat woningen waarin een gebalanceerd ventilatiesysteem (mechanische toe- en afvoer) aanwezig is van een betere kier- en naaddichting voorzien moeten zijn omdat het ventilatiesysteem anders niet naar behoren werkt: er wordt dan te veel 'valse' lucht aangezogen.

Om de invloed van de q_{v,10}-waarde op de EPC enigszins in te perken zijn er twee ondergrenzen in de norm opgenomen. Voor woningen met een natuurlijke ventilatiecomponent bedraagt de ondergrens 1.0 dm³/sm² en voor woningen met mechanische toe- en afvoer is de ondergrens 0.4 dm³/sm².



Bij een raampartij zijn zowel naden als kieren aanwezig.

In het Bouwbesluit wordt een eis gesteld aan de maximale infiltratie.

De infiltratie mag maximaal 200 dm³/s per 500 m³ gebouwinhoud bedragen. Wanneer deze eis wordt omgerekend naar q_{v,10}-waarden dan komt men voor woningen groter dan 192.3 m² (uitgaande van een verdiepingshoogte van 2.6 m) uit op een maximale q_{v,10} van 1.04 dm³/sm². Voor woningen kleiner dan 192.3 m² kan de q_{v,10}-waarde wel boven de 1.04 dm³/sm² uitkomen (q_{v,10;kar}/m² bedraagt in die gevallen 200 dm³/s/A_g).

Aandachtspunten

- controleer op de bouw hoe naad- en kierdichting bij verschillende details zijn uitgevoerd. Bij twijfel kunnen infrarood-opnames worden gemaakt;
- controleer de detailtekeningen met name wanneer zeer lage waarden voor q_{v,10;kar}/m² zijn opgenomen. In de 'SBR-referentiedetails' zijn details met goede naad- en kierdichting opgenomen;
- controleer q_{v,10;kar,i}/m². De richtwaarden voor q_{v,10;kar,i}/m² zijn gerelateerd aan het gekozen ventilatiesysteem;
- controleer of voldaan wordt aan de eis uit het Bouwbesluit: de infiltratie bedraagt maximaal 200 dm³/s per 500 m³ gebouwinhoud.

De richtwaarden voor q_{v,10;kar,i}/m² zijn afhankelijk van het gekozen ventilatiesysteem.

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

Er kan een inschatting worden gemaakt van q_{v,10;kar,i}/m² aan de hand van een indicatieve berekening van de luchtdoorlatendheid van de woning (zie NEN 5128, bijlage G). Wanneer bouwtype, woningtype en bouwkwaliteit bekend zijn, kan een factor (0.5 * C1 * C2 * C3) worden berekend. Samen met de verhouding tussen verliesoppervlakte en gebruiksoppervlakte, kan vervolgens q_{v,10;kar,i}/m² worden berekend.

de factor (0.5 * C1 * C2 * C3)

bouwtype	woningtype	bouwkwaliteit		
		goed	normaal	zwak
metselwerk	met kap	0.850	1.700	3.400
	geen kap/plat dak	0.500	1.000	2.000
beton met geprefabriceerde gevelelementen	met kap	0.425	0.850	1.700
	geen kap/plat dak	0.250	0.500	1.000
houtskelet	met kap	0.553	1.105	2.210
	geen kap / plat dak	0.325	0.650	1.300

$$q_{v,10;kar,indicatief}/m^2 = (0.5 * C1 * C2 * C3) * (A_{verlies} / A_g)$$

BOUWKUNDIGE GEGEVENS - INFILTRATIE	
q _{v,10;kar} /m ² van de woonfunctie:	0,625 [dm ³ /sm ²]

ventilatiesysteem	q _{v,10;kar} /m ² [dm ³ /sm ²]
natuurlijke luchttoevoer*)	1.0 - 1.43
gebalanceerde ventilatie	0.625

*) met natuurlijke of mechanische luchtafvoer

INSTALLATIE W - VENTILATIE

Ventilatie verwarmde zone: begane grond	
ventilatievoorziening	: mechanische luchttoe- en afvoer
type warmteterugwinning	: langzaam roterende/intermitterende warmtewisselaars
Nwtw	: 0,70
regelbaar door bewoners	: nee
toevoer in zomer	: toevoer niet uitschakelbaar
bypass aanwezig	: geen bypass
type voorverwarming	: voorverwarming door warmteterugwinning

3.3. bouwkundige elementen

3.3.4. passieve zonne-energie

Beschrijving

Bij passieve zonne-energie wordt zonnewarmte direct gebruikt om de woning op te warmen. De zonnewarmte wordt via de ramen en eventueel een serre in de woning binnengelaten. De oriëntatie van een woning is daarbij van groot belang.

Passieve zonne-energie wordt het best benut als de woning zongeoriënteerd is gebouwd. Dit betekent dat het grootste deel van de glasoppervlakte georiënteerd is op zuid/zuidoost/zuidwest. Andere factoren die een rol spelen bij de benutting van de zonnewarmtewinst zijn: grootte en hellingshoek van ramen, U- en ZTA-waarden van het glas en beschaduwing.

's Winters kan zonnewarmte een behoorlijke besparing opleveren op de verwarmingsenergie. In de zomer levert de zonnewarmte een bijdrage aan de koelbehoefte en moet voorkomen worden dat de woning te veel opwarmt. Met passieve koelmaatregelen zoals een buitenzonwering of overstekken, de gebouwmassa of een bypass bij warmterugwinning wordt de koelbehoefte en daarmee de kans op temperatuuroverschrijdingen verminderd (zie ook paragraaf 3.3.5). Deze parameters komen door middel van een energiegebruik voor koeling of, bij afwezigheid van een koelsysteem, een energiegebruik voor zomercomfort tot uitdrukking in de EPC. De kans op temperatuuroverschrijdingen wordt uitgedrukt met de $TO_{i,juli}$.

Het voordeel van het gebruik van een buitenzonwering is dat in de zomerperiode de zonnewarmte bewust buiten gehouden kan worden, en deze in de winter bewust binnen kan worden gelaten. Bij het gebruik van zonwerende beglazing met een lage ZTA wordt de zonnewarmte altijd in dezelfde mate geweerd, er kan dan geen onderscheid in zomer en winterperiode worden gemaakt. In de winterperiode wordt de (gewenste) zonnewarmte dus buiten gehouden.

Door het toepassen van serres kan ook gebruik worden gemaakt van passieve zonne-energie. In het voor- en najaar biedt een serre de mogelijkheid de woning uit te breiden, waarbij de zon de serre verwarmt. In de winter wordt een serre - behalve door de zon - niet verwarmd. In de zomer maken de hoge temperaturen de serre minder geschikt als woonruimte. Gezien dit verschil in gebruik moet een serre thermisch van de woning worden gescheiden. Dit betekent dat de thermische schil tussen de woning en de serre ligt. De serre zelf is veelal van enkel glas voorzien.

Het is ook mogelijk om, in het stookseizoen, de ventilatielucht die aan de woning wordt toegevoerd bewust via de serre te leiden. Door de relatief hoge temperaturen in de serre wordt de ventilatielucht dan op natuurlijke wijze door de zon voorverwarmd. Dit geeft een besparing op het energiegebruik voor verwarming.

Aandachtspunten

- controleer de oriëntatie van de woning, de grootte en hellingshoek van de ramen;

- controleer overstekken en belemmeringen;
- controleer de ZTA-waarden;
- wanneer een serre aanwezig is, controleer dan of deze gebruikt wordt om ventilatielucht in winterperiode op te warmen;
- een serre die buiten de thermische schil van de woning ligt, noemt men in het

kader van de EPC-berekening een aangrenzende onverwarmde serre (AOS).

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.



gebruikelijke ZTA-waarden	
glastype	ZTA
warmtereflecterend, niet zonwerend dubbel glas	0.70
warmtereflecterend, niet zonwerend HR-glas	0.60
zonwerend glas	≤ 0.35

BOUWKUNDIGE GEGEVENS - TRANSMISSIE							
Definitie scheidingsconstructies zone: woning							
constructie	begrenzing	constructiedeel	A [m ²]	Hkr [m]	Rc [m ² K/W]	U [W/m ² K]	ZTA [-]
begane grondvloer voorgevel	kruipruimte buitenlucht, N	begane grondvloer	41,8	0,60	3,00	0,12	
		metselwerk	16,7		3,00	0,32	
		paneel bg	1,6		3,00	0,32	
		paneel 1e verd.	1,3		3,00	0,32	
		raam keuken bg	2,3			1,80	0,60
achtergevel	buitenlucht, Z	bovenlicht bg	0,7			1,80	0,60
		geïsoleerde deur bg	2,3			2,20	0,00
		ramen 1e verd.	3,2			1,80	0,60
		metselwerk	8,5		3,00	0,32	
		paneel bg	1,6		3,00	0,32	
		deur bg - hout	1,3			3,40	0,00
		deur bg - glas	0,8			1,80	0,60
		ramen bg	6,0			1,80	0,60
ramen 1e verd.	2,3			1,80	0,60		

Een serre maakt het gebruik van passieve zonne-energie mogelijk.



3.3. bouwkundige elementen

3.3.5. passieve koeling

Beschrijving

Passieve koeling is koeling waarbij geen gebruik wordt gemaakt van een koelinstallatie. In de EPC-methodiek wordt bij afwezigheid van een koelinstallatie een energiegebruik voor zomercomfort in rekening gebracht. Daarnaast wordt een indicatieve waarschuwing gegeven bij een groot risico op temperatuuroverschrijdingen. Doel hiervan is dat al bij het ontwerp via passieve maatregelen (bijvoorbeeld de oriëntatie, de gebouwmassa, een buitenzonwering of overstekken) rekening wordt gehouden met het minimaliseren van de koelbehoefte en de kans op oververhitting van de woning. Daarmee wordt ook de kans dat bewoners achteraf een koelinstallatie gaan aanschaffen verkleind. Bij passieve koeling wordt gebruik gemaakt van de bouwmassa in combinatie met (nacht)ventilatie. Wanneer een woning met zware, steenachtige wanden en vloeren in de zomerperiode 's nachts wordt geventileerd met relatief koude buitenlucht, zullen de wanden en vloeren de koude opnemen. Dit is alleen mogelijk wanneer de wanden en/of vloeren voldoende accumulerend vermogen bezitten. Beton en steenachtige materialen bezitten deze eigenschap, hout niet! Overdag wordt de koude van de wanden en vloeren geleidelijk afgegeven aan de binnenlucht, zodat het binnenklimaat lange tijd aangenaam is. Uiteraard werkt het principe van passieve koeling alleen goed wanneer overdag ook maatregelen worden getroffen om de zon zo veel mogelijk buiten te houden door middel van buitenzonwering of overstekken. Dit systeem van passieve koeling wordt al eeuwen in kerken en andere gebouwen met een zware constructie toegepast. Wanneer een woning is ontworpen op het gebruik van zonnewarmte (zie paragraaf 3.3.4.), hetgeen in de koudere periodes veel energiewinst oplevert, bestaat de kans op oververhitting in de zomer. Dit wordt in de EPC uitgedrukt met de $TO_{i,juli}$. Om dit te voorkomen is het verstandig tevens gebruik te maken van passieve koeling.

Als bij het ontwerp van de woning geen rekening is gehouden met het beperken van de koelbehoefte en de kans op oververhitting, bestaat de mogelijkheid dat de bewoners in de gebruiksfase lokale koelers aanschaffen om het binnenklimaat te verbeteren. Dit is vanuit energetisch oogpunt niet gewenst.

Aandachtspunten

Bij afwezigheid van een koelinstallatie wordt in de EPC-berekening een energiegebruik voor zomercomfort in rekening gebracht. Daarnaast wordt een indicatieve waarschuwing gegeven bij een groot risico op temperatuuroverschrijdingen.

- 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 woning correct is ingevoerd. Gekozen kan worden uit:
 - traditioneel, gemengd zwaar; woning met massieve woningscheidende wand en massieve vloer (massa > 100 kg/m², bijvoorbeeld steenachtige materialen);
 - gemengd licht; woning met massieve vloer;
 - volledig houtskeletbouw; woning met licht binnenspouwblad, lichte woningscheidende wand en vloer (massa ≤ 100 kg/m², bijvoorbeeld houtskelet- en staalskeletbouw)
- controleer bij vrije koeling of er een pompstelsel aanwezig is dat de warmte afvoert naar de bodem en de koude toevoert naar de woning (zie ook paragraaf 3.4.6.4);
- attendeer de indiener bij een matig tot grote kans op temperatuuroverschrijding op passieve koelmaatregelen zoals een buitenzonwering, overstekken en gebouwmassa, om dit te verminderen.

EPC-berekening

Grote glasoppervlakken georiënteerd op het zuiden, buitenzonwering en gebouwmassa hebben een relatief grote invloed op de koelbehoefte en de mate van oververhitting. Hieronder is een stukje uitdraai van de EPC-berekening te zien.

Een dikke laag leemstuc geeft de houten woning massa.



$TO_{i,juli}$	
0 - 2	laag tot matig risico
2 - 4	matig tot groot risico
> 4	groot risico

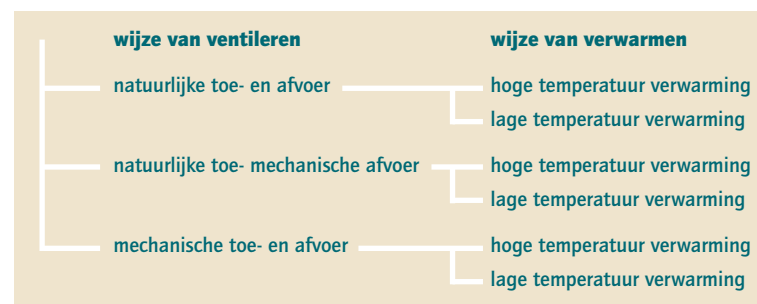
BOUWKUNDIGE GEGEVENS - THERMISCHE CAPACITEIT	
bouwtype van de woonfunctie:	traditioneel, gemengd zwaar
Risico te hoge temperaturen [TO_{juli}]	
Omschrijving zone	TO_{juli}
zone 1 (begane grond)	0,63 (laag - matig risico)
zone 2 (tussenverdiepingen)	1,49 (laag - matig risico)
zone 3 (bovenstre verdieping)	0,84 (laag - matig risico)

3.4. Installaties

3.4.1. installatieconcepten

Een efficiënt installatieconcept kan veel energie besparen. Het bestaat uit de meest optimale combinatie van ventileren en verwarmen in relatie tot een goede bouwkundige schil. Het bepaalt ook in belangrijke mate welke (combinaties van) energiebesparende technieken mogelijk zijn.

Installatieconcepten onderscheiden zich van elkaar door de wijze van ventileren en verwarmen. In de praktijk komen zes basisvarianten voor:



Ventilatiesystemen

In nieuwbouwwoningen wordt vrijwel altijd natuurlijke toevoer met mechanische afvoer (roosters, suskasten of zelfregelende roosters) 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. In paragraaf 3.4.4.1 wordt uitgebreid ingegaan op de verschillende ventilatiesystemen.

Verwarmingssystemen

Bij individuele verwarmingssystemen is sprake van lage temperatuur verwarmingssystemen (LT-systeem) als de aanvoertemperatuur $\leq 60^\circ\text{C}$ en de gemiddelde temperatuur (aanvoer- en retourtemperatuur) $\leq 50^\circ\text{C}$. Bij collectieve verwarmingssystemen geldt voor een LT-systeem een aanvoertemperatuur $\leq 70^\circ\text{C}$ en de gemiddelde temperatuur $\leq 50^\circ\text{C}$. In alle andere gevallen is sprake van een hoge temperatuur verwarmingssysteem (HT-systeem).

Bij warmtepompen wordt in de EPC-methodiek een onderscheid gemaakt naar twee niveaus van (lage) aanvoertemperatuur: $\leq 35^\circ\text{C}$ en $35\text{-}45^\circ\text{C}$.

De keuze van het installatieconcept bepaalt in belangrijke mate welke energiebesparende technieken mogelijk zijn en welke technieken gecombineerd kunnen worden. Sommige combinaties liggen voor de hand, andere combinaties zijn vanuit energetisch oogpunt niet wenselijk. Ook de locatie van een woning kan invloed hebben op het installatieconcept. Zo kan het zijn dat er in de woning geen gasaansluiting aanwezig is omdat de wijk waarin de woning staat aangesloten is op een warmtedistributienet. Gasgestookte toestellen kunnen dan niet worden toegepast.

Bij de omschrijving van de verschillende technieken wordt bij het onderdeel 'relaties met andere installaties' telkens aangegeven welke combinaties van technieken mogelijk zijn.

3.4.2. rendementen installaties

In de EPC-berekening worden rendementen ingevoerd van toestellen (opwekkingsrendementen) en systemen (systeemrendementen).

Opwekkingsrendementen

Onder het opwekkingsrendement wordt het rendement van een toestel verstaan, hierbij kan bijvoorbeeld worden gedacht aan het rendement van een HR107-ketel of een elektrische elektro-boiler.

Verwarming

De opwekkingrendementen van verwarmingstoestellen worden bepaald door het type toestel (of een combinatie van toestellen) en de temperatuur van het medium (water/lucht) dat het toestel verlaat. Bij een combinatie van meerdere verschillende (!) toestellen wordt een gewogen gemiddelde rendement berekend. Wanneer meerdere dezelfde toestellen worden toegepast, dan mag dit als één (preferent) toestel worden beschouwd.

Bij de omschrijving van toestellen en systemen (paragraaf 3.4.3.2 tot en met 3.4.3.6) wordt verder ingegaan op de rendementen van afzonderlijke verwarmingstoestellen. Zowel voor één toestel als voor een combinatie is het altijd mogelijk gebruik te maken van forfaitaire waarden. Ook is het mogelijk om opwekkingsrendementen over te nemen uit een gelijkwaardigheids- of een kwaliteitsverklaring. In die gevallen moeten de opwekkingsrendementen voor verwarmingstoestellen naar beneden worden afgerond op een veelvoud van 0.025.

Aandachtspunten:

- wanneer meerdere verschillende verwarmingstoestellen worden gebruikt is het vermogen van het preferente toestel van belang. Het preferente toestel is het toestel dat het eerste wordt aangesproken en (meestal) naar verhouding het meeste vermogen levert. Ga na of het vermogen juist is ingevoerd;
- bij het gebruik van een rendement uit een gelijkwaardigheids- of een kwaliteitsverklaring moet de indiener de verklaring altijd bij de berekening voegen;
- ga op de bouw na of daadwerkelijk het toestel dat in de berekening is opgegeven, is toegepast. Dit is met name van belang bij het gebruik van een gelijkwaardigheids- of een kwaliteitsverklaring.

Warmtapwater

Het opwekkingsrendement van een tapwaterverwarmingstoestel wordt voornamelijk bepaald door het type toestel. De comfortklasse (CW) en het warmtapwatergebruik spelen bij sommige typen warmtapwatertoestellen een rol. De comfortklasse en het warmtapwatergebruik zijn normaliter afhankelijk van het tapwatergebruik (en indirect de gebruiksooppervlakte) van een woning (zie tabel pag. 21). De comfortklassen zijn ingesteld om er voor te zorgen dat het juiste toe-

indeling in klassen, gebaseerd op de bruto warmtapwaterbehoefte met een indicatie van de bijbehorende gebruiksooppervlakte A_g			
A_g [m^2]	$Q_{\text{beh,tap,bruto}}$ [MJ]	indicatie klasse [CW]	Gaskeur-label
70	6.500	1	CW-1+
100	9.000	2	CW-2
125	11.500	3	CW-3
150	14.000	4	CW-4 of -5 of -6

3.4. installaties

Bepaling rendement aan de hand van een gelijkwaardigheidsverklaring

In de meeste gelijkwaardigheidsverklaringen worden, afhankelijk van de warmtapwaterbehoefte van de woning, meerdere rendementen opgegeven. Het is de bedoeling dat in de EPC-berekening het rendement wordt ingevoerd dat hoort bij de warmtapwaterbehoefte van de woning. Dit is niet in alle gevallen het hoogste rendement!

Een voorbeeld: In een woning met een gebruiksoppervlakte van 80 m² wordt een HR-combiketel toegepast waarbij gebruik wordt gemaakt van de onderstaande gegevens uit een gelijkwaardigheidsverklaring:

De bruto jaarlijkse warmtebehoefte voor tapwater bedraagt voor een woning van 80 m²

$Q_{beh,tap;bruto} = 7328 \text{ MJ}$ ($Q_{beh,tap;bruto} = 91.6 \times A_{g,verwz}$). Het rendement dat in de EPC-berekening moet zijn ingevuld is uit de bovenstaande tabel af te leiden: 0.675. Invoeren van 0.725 als rendement is dus foutief!

$Q_{beh,tap;bruto,i}$ [MJ/jaar]		$\eta_{opw,tap,i}$ afgerond conform NEN 5128
van:	tot:	t.b.v. EPC-berekening
0	6742	0.650
6742	8474	0.675
8474	11200	0.700
11200	•	0.72

stel in de juiste woning wordt geplaatst. Bij een kleine woning hoort een toestel met een lage CW-klasse. Wanneer een toestel met een te hoge comfortklasse wordt toegepast in een kleine woning, wordt in de EPN-methodiek het rendement gecorrigeerd met een correctiefactor (c_{tap}). De waarde van c_{tap} varieert tussen 0.8 en 1. De meeste warmwatertoestellen zijn getest en van een gaskeur-CW-label voorzien (dit label is overigens niet alleen van toepassing op gastoestellen). Bij de omschrijving van de toestellen wordt verder ingegaan op de opwekkingsrendementen. Bij warmwatertoestellen is het mogelijk ofwel gebruik te maken van forfaitaire waarden, ofwel de opwekkingsrendementen uit een gelijkwaardigheids- of een kwaliteitsverklaring over te nemen. In dit laatste geval moet naar beneden worden afgerond op een veelvoud van 0.025. Ook moet hierbij worden opgepast dat het juiste rendement uit de verklaring is afgeleid (zie kader).

Aandachtspunten:

- bij het gebruik van een rendement uit een gelijkwaardigheids- of een kwaliteitsverklaring moet de indiener de verklaring altijd bij de berekening voegen;
- ga na of het juiste rendement uit de verklaring is overgenomen (zie kader);
- ga op de bouw na of daadwerkelijk het toestel dat in de berekening is opgegeven, is toegepast. Dit is met name van belang bij het gebruik van een gelijkwaardigheids- of een kwaliteitsverklaring.

Koeling

Bij koeltoestellen kunnen alleen de forfaitaire waarden worden gebruikt. Doordat er geen eenduidige meetvoorschriften zijn voor het bepalen van de rendementen is het gebruik van gelijkwaardigheids- of kwaliteitsverklaringen hier niet mogelijk.

Aandachtspunten:

- als er sprake is van koeling, ga dan op de bouw na of in de verwarmde zones daadwerkelijk koeling aanwezig is.

Systemrendementen

Het systeemrendement is een maat voor de energieverstopping die optreedt als gevolg van de distributie van koude of warmte, bijvoorbeeld door een niet goed op de vraag afgestelde regeling of het ontbreken van individuele warmtekostenverdeling per woning.

Verwarming

Het systeemrendement van ruimteverwarming wordt bepaald door het afgiftenrendement, circulatierendement en het distributierendement. Het afgiftenrendement wordt bepaald door het type verwarmingslichaam. Hierin wordt een onderscheid gemaakt tussen vloer- en/ of wandverwarming al dan niet in combinatie met radiatoren, of overig (bijvoorbeeld radiatoren). Ook de aan- of afwezigheid van individuele bemeting bij collectieve systemen heeft invloed op de hoogte van het afgiftenrendement. Indien het toestel een buffervat heeft, heeft deze ook invloed op het afgiftenrendement. Met het afgiftenrendement wordt weergegeven hoe effectief de radiatoren, vloer- en/ of wandverwarming werkt. Het circulatie- en distributierendement zijn alleen van toepassing bij collectieve installaties. Met het circulatierendement worden de warmteverliezen binnen en buiten het gebouw weergegeven. Het distributierendement geeft de warmteverliezen buiten het perceel, dus in de wijk, weer.

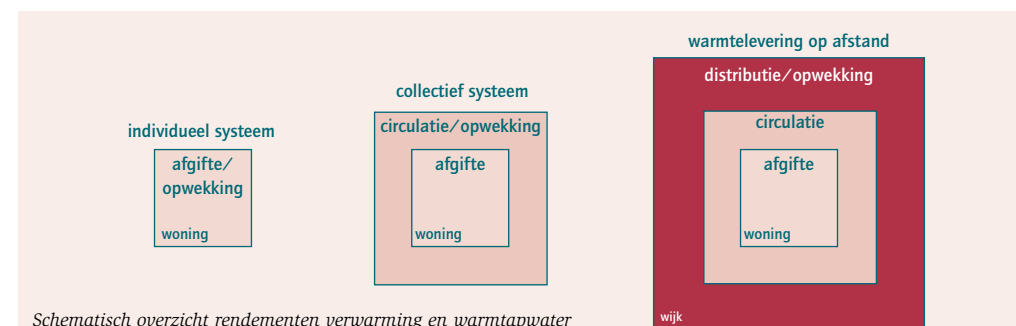
Warmtapwater

Het systeemrendement voor warmtapwater wordt bepaald door het leidingrendement, conversierendement, circulatierendement en distributierendement. Het leidingrendement wordt bepaald aan de hand van het leidingrendementen voor badruimte(n) en aanrecht.

Het leidingrendement voor badruimte(n) wordt bepaald door de leidinglengte. Het leidingrendement voor het aanrecht wordt bepaald door de lengte en diameter van de leidingen naar het aanrecht.

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

Het conversie-, circulatie- en distributierendement zijn alleen van toepassing bij collectieve installaties. Met het conversierendement wordt het warmteverlies van een afleverset (zie paragraaf 3.4.5.5) weergegeven. Het circulatierendement geeft de warmteverliezen binnen en buiten het gebouw weer. Het distributierendement geeft de warmteverliezen buiten het perceel, dus in de wijk, weer.



forfaitaire leidinglengtes en bijbehorende leidingrendementen

	leidinglengte opwekkingtoestel	[m]	leidingrendement	
W	tappunt aanrecht ¹⁾	8 – 10	$\eta_{leid,aanr,i}$	0.36–0.60
W	tappunt badkamer	6 – 8	$\eta_{leid,badr,i}$	0.86

¹⁾ bij systeem zonder circulatie- en/of distributieleiding; zie ook tabel 24 uit NEN 5128

3.4. installaties

3.4.3. verwarming

3.4.3.1. warmte-afgiftesystemen

Beschrijving

Onder de term warmte-afgiftesysteem wordt het systeem verstaan waarmee de vertrekken in de woning van warmte worden voorzien. Denk hierbij bijvoorbeeld aan radiatoren of vloerverwarming. Een warmte-afgiftesysteem kenmerkt zich door:

- het transportmedium waarmee de warmte wordt getransporteerd: cv-water of verwarmde lucht;
- de wijze waarop de warmte in de woning wordt afgegeven: het type verwarmingslichaam. Dit kan zijn: radiatoren, convectoren, vloer- en/of wandverwarming al dan niet in combinatie met radiatoren;
- de temperatuur van het water dat het opwekkingstoestel verlaat (T_{aanv}). Hierbij kan een onderscheid gemaakt worden in hoge (HT) en lage temperatuurverwarmingssystemen (LT). Zie ook paragraaf 3.4.1. In ISSO publicatie 50 wordt LT nader onderverdeeld.

verwarmingssysteem	aanvoertemperatuur	gemiddelde temperatuur*	temperatuurniveau	verwarmingslichaam
individuele HR-(combi-)ketel	$T_{aanv} \leq 60^\circ\text{C}$	$T_{gem} \leq 50^\circ\text{C}$	LT	vloer en/of wand en/of overig
	$T_{aanv} > 60^\circ\text{C}$	$T_{gem} > 50^\circ\text{C}$	HT	overig (bijvoorbeeld radiatoren of convectoren)
collectieve HR-(combi-)ketel	$T_{aanv} \leq 70^\circ\text{C}$	$T_{gem} \leq 50^\circ\text{C}$	LT	vloer en/of wand en/of overig
	$T_{aanv} > 70^\circ\text{C}$	$T_{gem} > 50^\circ\text{C}$	HT	overig (bijvoorbeeld radiatoren of convectoren)
warmtepompen	$T_{aanv} \leq 35^\circ\text{C}$		LT	vloer en/of wand en/of overig
	$35^\circ\text{C} \leq T_{aanv} \leq 45^\circ\text{C}$		LT	vloer en/of wand en/of overig

*zie voor overige toestellen NEN 5128, tabel 18

Lage temperatuur verwarming is ten opzichte van hoge temperatuur 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 beide systemen een lange opwarmtijd hebben en dat in de woning 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.

Aandachtspunten

- controleer of het gekozen verwarmingslichaam past bij de aanvoertemperatuur;
- als gekozen is voor lage temperatuurverwarming (LT) en er zijn radiatoren toegepast, controleer dan in het bestek en/ op de bouwplaats of dit vergrote radiatoren zijn.

Deze wand wordt voorzien van wandverwarming.



Afgifterendement

Bij een warmte-afgiftesysteem is sprake van een afgifterendement. Het afgifterendement wordt bepaald door het type verwarmingslichaam. In de EPN-methodiek wordt onderscheid gemaakt naar 'vloer en/of wandverwarming' of 'overig'. Onder 'overig' worden bijvoorbeeld radiatoren en convectoren verstaan. Ook is een combinatie van vloer en/of wandverwarming met bijvoorbeeld radiatoren mogelijk.

De aanvoertemperatuur (T_{aanv}) heeft voor HR-ketels en warmtepompen gevolgen voor het opwekkingsrendement van het toestel. Hoe lager de temperatuur van het water dat het opwekkingstoestel verlaat (T_{aanv}), des te hoger het opwekkingsrendement (zie ook paragraaf 3.4.3.2 t/m 3.4.3.6).

Relaties met andere installaties

Het ligt voor de hand het warmte-afgiftesysteem en het type opwekkingstoestel op elkaar af te stemmen (zie 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 kan alleen worden toegepast in combinatie met een laag temperatuurverwarmingssysteem.

opwekkingstoestel	verwarmingslichaam			
	vloer/wand		vloer/wand + radiatoren	
temperatuurniveau	LT	LT	LT	HT
collectieve of individuele HR-(combi)ketel				
warmtekracht				
warmtelevering door derden				
zonneboilercombi				
collectieve of individuele warmtepomp	35	45	35	45

De gekleurde hokjes geven de voor de hand liggende combinaties aan (blauw voor LTV-systemen, roze voor HTV-systemen). Bij warmtepompen kunnen twee temperatuurniveaus worden onderscheiden.

Zie ook de paragrafen 3.4.3.2 t/m 3.4.3.6 van dit handboek.

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

INSTALLATIE W - VERWARMING EN HULPENERGIE	
Verwarmingssysteem 1 - Verwarmingsinstallatie 1	
verwarmingstoestel	type toestel : individuele elektrische warmtepomp
	bron warmtepomp : bodem
	aanvoertemperatuur : $T \leq 35^\circ\text{C}$
installatiekenmerken	individuele bemetering : ja
	installatie voorzien van buffervat : nee
	type verwarmingslichaam : combi vloer/wand + radiator
	opwekkingsrendement Nopw;verw : 1,475 [-]
	systeemrendement Nsys;verw : 0,975 [-]

logische combinatie

3.4. installaties

3.4.3. verwarming

3.4.3.2. CV-ketel

Beschrijving

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 warmwaterverwarming 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 verwarmd heet een 'direct gestookte luchtverwarmer'. Bij luchtverwarming wordt warme lucht in de te verwarmen ruimten geblazen. Dit type verwarming wordt uit comfort overwogen weinig meer toegepast.

Wanneer in een ketel tevens tapwater wordt verwarmd is er sprake van een combi-ketel (zie paragraaf 3.4.5.2). Een zonneboilercombi is een bijzondere variant hierop (zie paragraaf 3.4.3.6).

Aandachtspunten

- 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;



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 (HRww). 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 rendement op onderwaarde: 1.00-1.04 rendement op onderwaarde: 1.04-1.07 rendement op onderwaarde: 1.07-1.10
HR-combiketel	HR _{ww}	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-/NO _x -arme ketel	SV	Schonere Verbranding: uitstoot CO ≤ 160 ppm (alle toestellen) uitstoot NO _x ≤ 40 ppm voor toestellen ≤ 31.5 kW uitstoot NO _x ≤ 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

- 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 overeen met 0,9 x het rendement op onderwaarde;
- controleer of de juiste rendementen zijn gehanteerd.

Opwekkingsrendement

Het opwekkingsrendement van de ketel wordt bepaald door het type ketel (collectief/ individueel, CR-, VR-, HR-ketel), het transportmedium (water/lucht) en het temperatuurniveau (LT of HT, zie ook paragraaf 3.4.3.1). 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.

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 warmte-distributie 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 (zie paragraaf 3.4.5.2). Collectieve CV-combiketels komen weinig voor in verband met de lange wachttijden voor warmtapwater.

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

forfaitaire opwekkingsrendementen		
type ketel	HT	LT
individuele ketel	0.75 – 0.95	0.75 – 0.975
collectieve ketel	0.70 – 0.90	0.70 – 0.925

INSTALLATIE W - VERWARMING EN HULPENERGIE		
Verwarmingssysteem 1 - Verwarmingsinstallatie 1		
verwarmingstoestel	type toestel	: individueel centraal verwarmingstoestel
	type luchtverwarmer/ketel	: HR-107 Ketel
	aanvoertemperatuur	: laag temperatuursysteem (LT)
installatiekenmerken	individuele bemetering	: ja
	installatie voorzien van buffervat	: nee
	type verwarmingslichaam	: combi vloer/wand + radiator
	opwekkingsrendement	Nopw;verw : 0,975 [-]
	systeemrendement	Nsys;verw : 0,975 [-]

3.4.3.3. gebouwgebonden warmtekracht

Beschrijving

Een warmtekrachtinstallatie (verder WK genoemd) levert zowel warmte als elektriciteit. In een WK 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 en/of warmtapwater. De opgewekte elektriciteit wordt zo veel mogelijk benut voor het eigen gebruik in de woning. Het resterende deel kan in de meeste gevallen aan het elektriciteitsnet worden teruggeleverd.

Aangezien de WK 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 WK) als op clusterniveau worden toegepast, waarbij de clusters kunnen variëren van blok tot wijk. Er is dan sprake van externe warmtelevering (zie ook paragraaf 3.4.3.4).

Voor kleine clusters van woningen of kleine woongebouwen zijn inmiddels zogenoemde micro-WK-units ontwikkeld. Deze komen nog niet veel voor, maar zijn wel in opmars. In een micro-WK wordt een kleine stirling-motor gebruikt om een dynamo aan te drijven. De ontwikkeling van micro-WK is nog in volle gang. Naast de ontwikkeling van de stirling micro-WK, worden er ook micro-WK-units met een verbrandingsmotor ontwikkeld. Naar verwachting zal dit systeem eerder op de markt verschijnen in uitvoering met kleine vermogens, zodat ook de toepassing voor een enkele woning mogelijk wordt.

De warmtekrachtinstallaties vanaf mini-WK (5-20 kW_e) tot gasmotoren (150-1000 kW_e) en gasturbines (150-100.000 kW_e) zijn met name geschikt in woongebouwen.

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

Aandachtspunten

- er moet een onderscheid gemaakt worden tussen gebouwgebonden warmtekracht en externe warmtelevering. Controleer of de invoer in de berekening klopt met de daadwerkelijke situatie:
 - bij gebouwgebonden warmtekracht wordt de warmtelevering beperkt tot levering aan alleen het gebouw op het eigen perceel en worden altijd hulptoestellen ('niet preferent') gebruikt.
 - in alle andere gevallen is sprake van externe warmtelevering. Daarnaast kan gebouwgebonden warmtekracht ook voorkomen in de vorm van gebouwgebonden warmtelevering op afstand. Bij warmtelevering op afstand is de warmtelevering beperkt tot gebouwen op het eigen perceel. Kenmerk is dat de afnemers van de

geproduceerde warmte eenduidige benoembaar en aanwijsbaar zijn. Wanneer de gebouwgebonden warmtekrachtinstallatie gebruikt wordt voor verwarming van meerdere gebouwen is sprake van gebouwgebonden warmtekracht in de vorm van gebouwgebonden warmtelevering op afstand, dit kan bijvoorbeeld het geval zijn bij meerdere woningen of woongebouwen;

- een WK levert hoogwaardige warmte (afhankelijk van het gekozen systeem 70 – 150°C). Dat betekent dat een WK rendabel is voor toepassing van hoge temperatuur verwarmingssystemen. Controleer of een hoge temperatuur verwarmingssysteem in de berekening is ingevoerd;
- een WK kan voor zowel ruimte- als tapwaterverwarming worden gebruikt (zie ook paragraaf 3.4.5.4);
- een micro-WK kan op dit moment in de EPC-berekening nog niet met forfaitaire waarden worden ingevoerd. Wel kan

gebruik worden gemaakt van een gelijkwaardigheidsverklaring;

- 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 WK moet blijken wat het thermische en elektrische vermogen is;
- controleer of de juiste categorie WK is gehanteerd, mini-WK (5-20 kW_e), gasmotor (150-1000 kW_e) of gasturbine (150-100.000 kW_e). Afhankelijk van de categorie verschilt het elektrische en thermische rendement.

Opwekkingsrendement

Het opwekkingsrendement van gebouwgebonden WK kan met behulp van de methode met het equivalente rendement of met de uitgebreide methode worden bepaald. De methode van het equivalente rendement vereist minder invoergegevens.

Uitgebreide methode:

Bij een WK wordt een onderscheid gemaakt tussen het thermisch en het elektrisch rendement. Het thermisch rendement is het rendement waarmee de installatie warmte produceert. Dit varieert van 0.40 tot 0.57. Aangezien een WK altijd in combinatie met een ander toestel wordt toegepast, wordt het gecombineerde rendement van de twee toestellen samengenomen tot één opwekkingsrendement. Het opwekkingsrendement van de totale verwarmingsinstallatie kan dus buiten de bovenstaande bandbreedte vallen. De hoogte van het gecombineerde opwekkingsrendement wordt bepaald aan de hand van het vermogen van het preferente toestel.

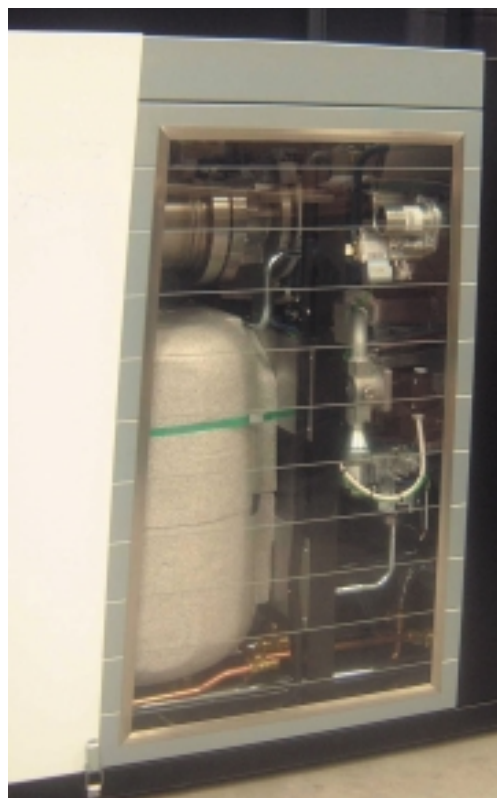
Een WK produceert naast warmte ook elektriciteit. Het elektrisch rendement van een WK varieert van ca. 0.26 tot 0.36. Het elektrisch rendement van een WK is over het algemeen lager dan het gemiddelde rendement van elektriciteitscentrales (0.39). Het totale rendement van de WK (warmte + elektriciteit) is echter hoger, omdat ook de warmte wordt gebruikt.

De hoeveelheid elektriciteit die de WK produceert wordt als aparte aftrekpost opgenomen in de resultaten van de EPC-berekening ($Q_{\text{prim;comp;WK}}$ = compensatie ten gevolge van gebruik van warmtekracht).

Equivalente rendement:

Het equivalente rendement wordt berekend uit het rendement van de bijstookinstallatie. De invloed van de WK wordt dan forfaitair meegenomen. Het vermogen van het preferente toestel hoeft hierbij niet gecontroleerd te worden. Omdat de hoeveelheid geproduceerde elektriciteit in het equivalente rendement is verdisconteerd, is de post $Q_{\text{prim;comp;WK}}$ hier gelijk aan nul.

Een micro-WK zal een enkele woning van energie kunnen voorzien.



3.4. installaties

3.4.3. verwarming

Relaties met andere installaties

Het ligt voor de hand WK te combineren met een hoge temperatuur verwarmingssysteem. Een WK wordt altijd in combinatie met andere toestellen gebruikt. Een logische combinatie is een WK met een HR-(combi)ketel. Een combinatie met externe warmtelevering ligt niet voor de hand.

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

Voor koeling kan gebruik worden gemaakt van een compressiekoelmachine of een absorptiekoelmachine, alhoewel in de meeste woningen uiteraard geen koeling wordt toegepast.

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien.

Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

Een gebouwgebonden WK kan alleen worden toegepast als er sprake is van een preferent en een niet-preferent toestel. De WK is altijd het preferente toestel.

stelsel	type	vermogen	opmerking
HT	overig (bijv. radiatoren)		let op dat de juiste categorie warmtekrachtkoppeling wordt gehanteerd (let op: elektrische vermogens!)
INSTALLATIE W - VERWARMING EN HULPENERGIE			
<i>Verwarmingssysteem 1 - Verwarming 1</i>			
preferent toestel	type toestel	vermogen	: gebouwgebonden warmte-kracht, met comp. voor el.prod.
verwarmingstoestel	type toestel	vermogen	: 5 kW < mini wkk <= 20 kW
	type toestel	vermogen	: 43 kW
niet-preferent toestel	type toestel		: individueel centraal verwarmingstoestel
verwarmingstoestel	type luchtverwarmer/ketel		: HR-107 Ketel
	aanvoertemperatuur		: hoog temperatuursysteem (HT)
installatiekenmerken	gebouwgebonden warmtelevering op afstand		: ja
	afleverset voor warmtapwaterbereiding		: nee
	individuele bemetering		: ja
	alle leidingen binnen de woonfunctie		: nee
	installatie voorzien van buffervat		: nee
	type verwarmingslichaam		: overig (bijv. radiatoren)
	opwekkingsrendement	Nopw;verw	: 0,679 [-]
	systemrendement	Nsys;verw	: 0,542 [-]
hulpenergie	aantal ketels-cv/luchtverwarmers met waakvlam		: 0
	gasketels-cv		: niet voorzien van ventilator
			: niet voorzien van elektronica
			: geen circulatiepomp aanwezig
	warmtepomp		: geen circulatiepomp aanwezig
	individuele warmtepomp		: parallel buffervat aanwezig
	gebouwgebonden warmte-kracht		: lengte circulatieleiding 2,00 km

het vermogen van het preferente toestel is erg belangrijk!

3.4.3.4. externe warmtelevering

Beschrijving

Externe warmtelevering wordt ook wel warmte-distributie 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 warmtapwaterverwarming 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 groot-schalige nieuwbouwprojecten als (kleinschalige) bedrijven, flats en bestaande woningen. Over het algemeen is bij externe warmtelevering ook sprake van individuele bemetering, dit betekent dat per woning de daadwerkelijk gemaakte kosten voor verwarming 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 op 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 3.4.3.3) of een collectieve warmtepomp (zie paragraaf 3.4.3.5).

Aandachtspunten

Er wordt een onderscheid gemaakt tussen externe warmtelevering en gebouwgebonden warmtelevering op afstand. Collectieve installaties, een gasgestookte ketel, warmtepomp of warmtekracht, kunnen worden toegepast in de vorm van gebouwgebonden warmtelevering op afstand. Bij warmtelevering op afstand is de warmtelevering beperkt tot gebouwen op het eigen perceel. Kenmerk is

dat de afnemers van de geproduceerde warmte eenduidig benoembaar en aanwijsbaar zijn. In alle andere gevallen van warmtelevering is sprake van externe warmtelevering. De warmtelevering vindt plaats voor meer gebouwen dan die op het eigen perceel gelegen zijn.

- controleer of de invoer in de berekening klopt met de daadwerkelijke situatie, is er sprake van gebouwgebonden warmtelevering op afstand of externe warmtelevering;
- bij externe warmtelevering 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 (overig, bijv. radiatoren of convectoren);
- het is gebruikelijk de geleverde warmte voor zowel ruimte- als warmtapwaterverwarming te gebruiken. Bij externe warmtelevering voor warmtapwater is altijd sprake van een afleverset (zie ook paragraaf 3.4.5.4). Controleer dit in de berekening;
- externe warmtelevering is niet in alle plaatsen of wijken mogelijk.

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



3.4. installaties

3.4.3. verwarming

Het energiebedrijf kan hierover veelal duidelijkheid geven;

- er is vrijwel altijd sprake van individuele bemetering bij externe warmtelevering. Controleer ook op de bouw of daadwerkelijk een GJ-meter in de meterkast is geplaatst;
- in wijken waar externe warmtelevering wordt toegepast is meestal geen gasaansluiting aanwezig.

Opwekkingsrendement

Externe warmtelevering betreft over het algemeen restwarmte: warmte die over is. Het opwekkingsrendement wordt bepaald door de manier waarop de restwarmte is opgewekt. Er kan in de berekening alleen gebruik worden gemaakt van opgelegde waarden, waarbij twee groepen worden onderscheiden. De warmte wordt geproduceerd door:

- gasmotor of warmtepomp (rendement 1.0);
- STEG, productieproces of afvalverbranding (rendement 1.1).

Gebruik van een gelijkwaardigheidsverklaring voor het rendement van externe warmtelevering is niet toegestaan omdat de rendementen een beleidsmatige keuze zijn.

Relaties met andere installaties

Warmtelevering wordt meestal gebruikt in combinatie met hoge temperatuur verwarming met radiatoren of convectoren. In de meeste situaties wordt voor de verwarming van het tapwater ook gebruik gemaakt van de warmtelevering aansluiting. In dat geval is sprake van een afleverzet voor warmtapwaterbereiding (zie ook paragraaf 3.4.5.4). Door het ontbreken van een gasaansluiting is een combinatie met een gasgestookt toestel niet logisch.

Eventueel kan externe warmtelevering voor verwarming worden gecombineerd met een elektro-boiler of een zonneboiler, beide ten behoeve van tapwaterverwarming.

Voor koeling kan gebruik worden gemaakt van een compressiekoelmachine of een absorptiekoelmachine op externe warmtelevering, alhoewel in de meeste woningen uiteraard geen koeling wordt toegepast.

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

forfaitair opwekkingsrendement		forfaitair afgifterendement	
gasmotor of warmtepomp	1.0	geen individuele bemetering	0.85
STEG, productieproces of afvalverbranding	1.1	individuele bemetering (afhankelijk van het verwarmingslichaam)	0.95 - 1.0

INSTALLATIE W - VERWARMING EN HULPENERGIE			
Verwarmingssysteem 1 - Verwarming 1			
verwarmingstoestel	type toestel	:	externe warmtelevering, gasmotor of warmtepomp
installatiekenmerken	afleverzet voor warmtapwaterbereiding	:	ja
	individuele bemetering	:	ja
	installatie voorzien van buffervat	:	nee
	type verwarmingslichaam	:	overig (bijv. radiatoren)
	opwekkingsrendement Nopw;verw	:	1,000 [-]
	systeemrendement Nsys;verw	:	0,722 [-]

temperatuurniveau wordt bij warmtelevering niet aangegeven overig (bijv. radiatoren) is gebruikelijk bij warmtelevering

3.4.3.5. warmtepomp

Beschrijving

In een warmtepomp wordt warmte van een laag temperatuurniveau naar een hoger temperatuurniveau gebracht. Een warmtepomp heeft dus altijd een bron met een bepaald (laag) temperatuurniveau nodig die kan worden gebruikt 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 ventilatieretourlucht. Warmte uit retourlucht wordt meestal alleen voor tapwaterverwarming gebruikt (zie paragraaf 3.4.5.6), maar kan eventueel in combinatie met een ander verwarmingstoestel ook voor ruimteverwarming worden gebruikt. Bij de overige bronnen wordt de warmte met name ten behoeve van het verwarmen van een woning gebruikt en eventueel ten behoeve van tapwaterverwarming. Er zijn inmiddels verschillende systemen op de markt: sommige systemen maken gebruik van een verticale bodemwisselaar, andere systemen plaatsen de bodemwisselaar juist horizontaal in de grond. Ook bestaan er systemen die de warmte uit een zonnecollector gebruiken als bron.

Wanneer de warmtepomp de warmte op het juiste temperatuurniveau heeft gebracht, kan deze warmte direct worden gebruikt voor de verwarming van de woning of tijdelijk in een buffervat worden opgeslagen. 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 de woning eventueel worden gekoeld.

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 gebruikt wordt (bijvoorbeeld in een woongebouw). Om de investeringskosten te beperken, wordt bij woningen vaak gekozen voor een collectieve warmtepomp. In Nederland worden warmtepompsystemen ten behoeve van het verwarmen van woningen nog niet zo lang toegepast. De ontwikkeling van deze systemen is nog in volle gang.

Aandachtspunten

- een warmtepomp wordt bij voorkeur gebruikt bij lage temperatuur verwarmingssystemen ($T_{aanv} < 45^{\circ}C$). Controleer dit en controleer ook of bij een eventueel niet-preferent toestel ook lage temperatuur verwarming wordt toegepast;
- controleer welk type warmtepomp is gebruikt:



Gaswarmtepomp

3.4.

installaties

3.4.3. verwarming

- een elektrische warmtepomp levert warmte tot 55°C. Controleer of een lage temperatuur verwarmingssysteem is toegepast en of aandacht is besteed aan geluidsisolatie;
- een gasgedreven warmtepomp levert warmte tot maximaal 70°C. Gasgedreven toestellen zijn momenteel alleen verkrijgbaar voor minimaal 10 woningen. De ontwikkeling van individuele gasgedreven warmtepompen is in volle gang;
- wanneer een collectieve warmtepomp is toegepast, controleer dan op de bouw of het leidingnet goed is geïsoleerd en of de woningen een individuele bemetering hebben;
- bij het gebruik van warmtepompen die als bron de bodem, oppervlaktewater of grondwater gebruiken is het noodzakelijk om ook de gevolgen voor het milieu te inventariseren.

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 (T_{aanv}). 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 (elektrische) energie. De COP geldt voor elektrische compressie warmtepompen; in overige gevallen wordt ook over de PER (Primary Energy Ratio) gesproken.

In de EPC-methodiek zijn verschillende forfaitaire rendementen voor warmtepompen opgenomen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen individuele warmtepompen die voldoen aan alle voorwaarden in tabel B.2 van NEN 5128 en individuele en collectieve warmtepompen die hier niet aan voldoen. De rendementen van deze laatste categorie zijn relatief laag. Voor collectieve warmtepompen zijn de rendementen uit tabel B.1 van NEN 5128 niet van toepassing.

Voor gasgedreven warmtepompen zijn geen forfaitaire rendementen opgenomen.

Wanneer in een EPC-berekening hogere rendementen zijn opgenomen, 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 (niet preferent) verwarmingstoestel, bijvoorbeeld een HR-ketel. In de meeste gevallen zal hier niet voor worden gekozen vanwege het ontbreken van een gasaansluiting in woningen met een elektrische warmtepomp. Voor warmtapwater behoren combinaties met een zonneboiler, een warmtepompboiler of een elektro-boiler tot de mogelijkheden. Een warmtepomp wordt gebruikt bij lage temperatuurverwarmingssystemen ($T_{aanv} \leq 45^\circ\text{C}$). Voor koeling zijn combinaties met andere systemen zoals seizoensopslag (warmtepomp in zomerbedrijf) of een compressiekoelmachine goed mogelijk.



Dit collectieve verwarmings- en warmtapwatersysteem wordt gevoed door 5 warmtepompen. Collectieve elektrische boilers zorgen voor naverwarming.

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

In een EPC-berekening kan een individuele of

collectieve elektrische warmtepomp worden ingevuld.

Een gasgedreven warmtepomp kan alleen worden ingevoerd aan de hand van een gelijkwaardigheidsverklaring.

type warmtepomp		forfaitair opwekkingsrendement	
		$T_{aanv} \leq 35^\circ\text{C}$	$35 < T_{aanv} \leq 45^\circ\text{C}$
collectieve/individuele elektrische warmtepomp	bodem	1.475	1.325
	grondwater	1.750	1.575
	buitenlucht	1.425	1.275
individuele elektrische warmtepomp voldoet aan tabel B.2	bodem	1.700	1.575
	grondwater	1.950	1.775
	buitenlucht	1.475	1.350

INSTALLATIE W - VERWARMING EN HULPENERGIE			
Verwarmingssysteem 1 - Verwarmingssysteem 1			
verwarmingstoestel	type toestel	:	individuele elektrische warmtepomp, voldoet aan tabel B2
	bron warmtepomp	:	bodem
	aanvoertemperatuur	:	$T \leq 35^\circ\text{C}$
installatiekenmerken	individuele bemetering	:	ja
	installatie voorzien van buffervat	:	nee
	type verwarmingslichaam	:	combi vloer/wand + radiator
	opwekkingsrendement	Nopw;verw	: 1,700 [-]
	systeemrendement	Nsys;verw	: 0,975 [-]

3.4. installaties

3.4.3. verwarming

3.4.3.6. zonneboilercombi

Beschrijving

Het principe van warmteopwekking bij een zonneboilercombi is hetzelfde als bij een zonneboiler (zie paragraaf 3.4.5.7): zonnewarmte wordt gebruikt om een deel van de totale warmtevraag in een woning te dekken. 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 de woning en/of het tapwater. Er is een buffervat aanwezig om de warmte eventueel in op te slaan. Er zijn momenten dat de zon onvoldoende warmte kan leveren. In die gevallen is het noodzakelijk dat het water kan worden naverwarmd. Bij een zonneboilercombi gebeurt naverwarming door een CV-brander. Opslag en CV-brander zijn gecombineerd in één toestel. De warmte wordt gebruikt voor zowel het verwarmen van de woning als het verwarmen van tapwater. De collectoroppervlakte en het voorraadvat zijn dan ook groter dan bij een zonneboiler. Wanneer er een gelijktijdige vraag naar ruimte- en tapwaterverwarming is, zorgt een regelement in het toestel ervoor dat de warmtapwatervoorziening voorrang krijgt. Een zonneboilercombisysteem wordt doorgaans individueel toegepast. Er zijn twee zonneboilercombisystemen: één met een terugloopsysteem en één met een volledig gevuld systeem (zie paragraaf 3.4.5.7). 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 wordt geplaatst. Relatief nieuw is een halfronde collector die geïntegreerd is in de nok.

Aandachtspunten

- het is aan te bevelen de zonneboilercombi zo dicht mogelijk bij de tappunten (badkamer/keuken) te plaatsen, dit om onnodig warmteverlies te voorkomen. Controleer op tekening of dit ook gebeurt;
- in een goed ontwerp valt er geen schaduw op de zonnecollector. Ga na of dit het geval is, let hierbij op dakkapellen en schoorstenen. Controleer in de berekening of de beschaduwing juist is aangegeven;
- een zonneboilercombi kan alleen worden toegepast in combinatie met een lage temperatuurverwarmingssysteem;
- de componenten van een zonneboilercombi moeten op verschillende plaatsen in de EPC-berekening zijn ingevoerd. Ga na of er geen componenten vergeten zijn.

Opwekkingsrendement

Het opwekkingsrendement van een zonneboilercombisysteem wordt uitgedrukt in het jaarrendement. Dit rendement wordt bepaald door de bruto warmtebehoefte ten behoeve van warmtapwaterbereiding, de bruto warmtebehoefte ten behoeve van ruimteverwarming en de opbrengst van de zonnewarmte.

Afhankelijk van de verhoudingen warmtevraag/zonaanbod voor tapwaterverwarming en warmtebehoefte/zonaanbod voor ruimteverwarming variëren de jaarrendementen van 0 tot 0.40.

De opbrengst van de zonnewarmte hangt af van de oriëntatie (meestal ZO-ZW), de hellingshoek van de collector en eventuele belemmeringen. Belemmeringen kunnen bijvoorbeeld gevormd worden door dakkapellen en schoorstenen. Uit het oogpunt van de opbrengst van zonneboilercombi's is het voorkomen van belemmeringen uiteraard van belang. Er kan een forfaitair rendement worden gehanteerd (zie tabel 22 van NEN 5128) of een werkelijk rendement. Deze zijn doorgaans hoger dan de forfaitaire rendementen en moeten dan ook worden onderbouwd met een gelijkwaardigheids- of een kwaliteitsverklaring.



Vlakke plaat collectoren geïntegreerd in het dakvlak

Relaties met andere installaties

Bij een zonneboilercombi zijn zonnecollector, voorraadvat en CV-ketel gecombineerd. Het systeem kan eventueel worden gecombineerd met een warmtepomp. Omdat de temperatuur in het boilervat relatief laag is wordt een zonneboilercombi gecombineerd met een lage temperatuurverwarmingssysteem.

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

De juiste invoer van een zonneboilercombi moet op drie plaatsen in de EPC-berekening worden gecontroleerd. In het onderstaande voorbeeld is sprake van een zonneboilercombi met een oppervlakte van 5.4 m². Bij de onderdelen 'Verwarming en hulpenergie' en 'Warmtapwater' moeten respectievelijk een HR-ketel en een gasgestookt combitoestel worden aangegeven, de oppervlakte van de collector komt tot uitdrukking bij het onderdeel 'Zonnecollectoren'.

Zonneboilercombi: tapwater + verwarming

alleen van belang bij een kwaliteitsverklaring

INSTALLATIE W - ZONNECOLLECTOREN							
nr.	warmtapwatersysteem	verwarmingssysteem	bijdrage	Nze;tap	Nze;verw		
1	tapwaterinstallatie 1	verwarmingsinstallatie 1	opwekking	-	-		
nr.	orientatie	helling	Aze	beschaduwing	belemmering	overstekken	besch.factor
1	Z	52	5,4	minimale belemmering	1 2 3 4	1 2 3 4	-
		[°]	[m ²]		- - - -	- - - -	

toestel	gunstige oriëntatie	optimale hellingshoek	collectoroppervlakte*)
zonneboilercombi	ZW-ZO	52°	4.0 - 12.0 m ²

*) gangbare collectoroppervlakte voor een gemiddeld huishouden, meestal een veelvoud van 2.7 m².

Optimale hellingshoek voor zonneboilercombi: 52°
Optimale hellingshoek voor zonneboiler: 42°
(zie ook paragraaf 3.4.5.7)

De collectoren van een woongebouw zijn allen op het dak van een bijgebouw geplaatst.



3.4. installaties

3.4.3. verwarming

3.4.3.7. hulpenergie voor verwarming

Beschrijving

Over het algemeen wordt onder hulpenergie voor verwarming al het energiegebruik verstaan dat niet direct ten goede komt aan het verwarmingssysteem. Hierbij kan gedacht worden aan het gasverbruik van waakvlammen, het elektriciteitsverbruik van pompen voor het rondpompen van CV-water, de elektronica in een gasketel en het warmteverlies van een parallel buffervat bij een individuele warmtepomp. In de EPN-methodiek is bij een aantal verwarmingstoestellen het hulpenergiegebruik al verdisconteerd in het opwekkingsrendement. Dit geldt bijvoorbeeld voor lokale gasverwarming, bij de forfaitaire methode voor gebouwgebonden warmtekracht en externe warmtelevering.

Aandachtspunten

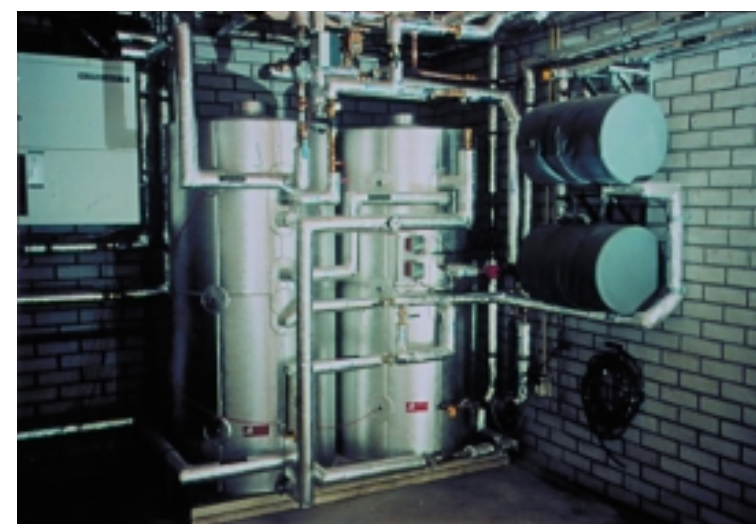
Hieronder zijn veel voorkomende combinaties van verwarmingstoestellen met bijbehorende hulpenergie aangegeven.

Verwarmingstoestel	Bijbehorende hulpenergie in het kader van EPN
● lokale gasverwarming of olieverwarming	● geen
● lokale elektrische verwarming	● geen
CV-ketel of direct gestookte luchtverwarmer:	
● conventioneel	● waakvlam
● VR	● geen waakvlam, wel elektronica, ventilator in de ketel, pompregeling
● HR 100 t/m 107	● geen waakvlam, wel elektronica, ventilator in de ketel, pompregeling
● warmtepomp	● eventueel parallel buffervat
● gebouwgebonden warmtekracht met compensatie voor elektriciteitsproductie	● lengte sleuf van de circulatieleiding (km)
	● in sommige gevallen de hulpenergie van het niet-preferente toestel
● externe warmtelevering	● geen

Energiegebruik

Het jaarlijkse energiegebruik van een waakvlam is in de energieprestatienorm gesteld op 2500 MJ, dit komt overeen met 70 m³ aardgas per jaar.

Voor pompen, parallel buffervat, ventilator in de ketel en elektronica is het elektriciteitsgebruik afhankelijk gesteld van de gebruiksoppervlakte, en varieert deze van 0.36*A_g tot 2.2*A_g kWh per jaar.



Deze (collectieve) installatie voorziet 11 woningen van ruimte- en tapwaterverwarming. Er is een combinatie van installaties toegepast, waarbij op verschillende plaatsen sprake is van hulpenergie. Er is een mini-WK toegepast (met pompen) in combinatie met een zonneboiler en twee gasgestookte HR-ketels (met elektronica). De warmte van de zonneboiler en de mini-WK, die niet meteen wordt gebruikt, wordt opgeslagen in boilerkasten (in totaal 1000 liter). Alleen als de capaciteit onvoldoende is, bijvoorbeeld bij extreme koude, worden de HR-ketels ingeschakeld.

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

INSTALLATIE W - VERWARMING EN HULPENERGIE		
Verwarmingssysteem 1 - Verwarming 1		
verwarmingstoestel	type toestel	: individueel centraal verwarmingstoestel
	type luchtverwarmer/ketel	: HR-107 Ketel
	aanvoertemperatuur	: hoog temperatuursysteem (HT)
installatiekenmerken	individuele bemetering	: ja
	installatie voorzien van buffervat	: nee
	type verwarmingslichaam	: overig (bijv. radiatoren)
	opwekkingsrendement	Nopw;verw : 0,950 [-]
	systeemrendement	Nsys;verw : 0,950 [-]
hulpenergie	aantal ketels-cv/luchtverwarmers met waakvlam	: 0
	gasketels-cv	: voorzien van ventilator
		: voorzien van elektronica
		: circulatiepomp voorzien van pompregeling
	warmtepomp	: geen circulatiepomp aanwezig
	individuele warmtepomp	: geen parallel buffervat aanwezig
aangewezen zones	gebouwgebonden warmte-kracht	: lengte circulatieleiding 0,00 km
	verwarmde zone 1	
	verwarmde zone 2	
	verwarmde zone 3	

van toepassing bij individuele en collectieve warmtepompen

alleen van toepassing bij gebouwgebonden warmtekracht met compensatie voor elektriciteitsproductie

3.4. installaties

3.4.4. ventilatie

3.4.4.1. ventilatie systemen

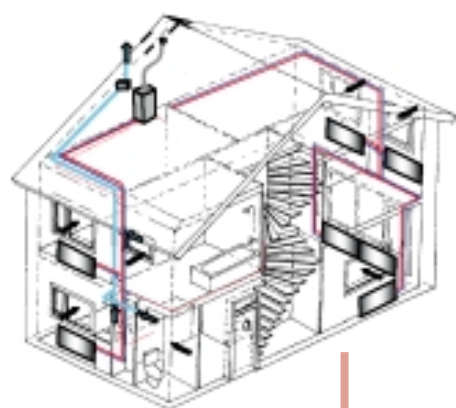
Beschrijving

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 vier verschillende soorten ventilatiesystemen te onderscheiden.

luchttoevoer	luchtafvoer	toepassing
natuurlijk	natuurlijk	vooral oude woningen
natuurlijk	mechanisch	vooral nieuwbouw
mechanisch	natuurlijk	vrijwel nooit
mechanisch	mechanisch	vooral nieuwbouw

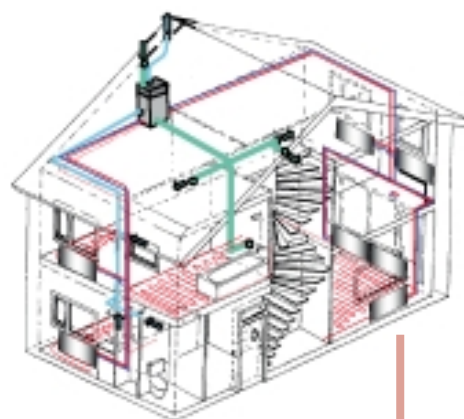
'mechanisch' betekent dat de lucht gedwongen, door middel van een ventilator, wordt toe- en/of afgevoerd. Deze ventilator is vrijwel altijd aangesloten op een kanalsysteem. Bij natuurlijke toe- en/of afvoer is geen sprake van een ventilator, de lucht wordt dan bijvoorbeeld door middel van roosters in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

Nieuw in de EPN-methodiek zijn de ventilatiesystemen met zelfregelende roosters. Dit drukgeregelde systeem gaat uit van een constante volumestroom, onafhankelijk van de winddruk op de gevel. Het systeem is gebaseerd op het luchtdrukverschil tussen binnen en buiten. De capaciteit (van roosters en luchtafvoer) kan per ruimte verschillen en wordt bepaald door de ventilatie-eisen voor de betreffende ruimte. Daarnaast zijn er verschillende fabrikanten die gelijkwaardigheidsverklaringen leveren voor vraaggestuurde roosters. Dit zijn systemen waarbij natuurlijke toevoer (via gevelroosters) en mechanische afzuiging (met een afzuigventilator) met behulp van een regelunit energiezuinig op elkaar worden afgestemd. Uitgangspunt 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 de woonkamer en keuken geventileerd, terwijl 's nachts meer in de slaapkamers wordt geventileerd. Bij vraaggestuurde roosters kan naast het gebruikerspatroon met CO2-sensoren ook gekeken worden of daadwerkelijk mensen in een ruimte aanwezig zijn. Wanneer dat niet het geval is, wordt in die ruimte ook niet geventileerd.



natuurlijke toevoer mechanische afzuiging

De ventilatielucht wordt door middel van roosters in de gevel toegevoerd. 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 ventilator. Via kieren onder de deuren wordt de ventilatielucht binnen de woning getransporteerd naar de afzuigpunten.



mechanische toe- en afvoer (gebalanceerde ventilatie)

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 afblaasluft overdraagt aan de toevoerlucht. Dit levert een aanzienlijke besparing op het energiegebruik voor verwarming.

Aandachtspunten

- bij een systeem met mechanische toe- en afvoer is het belangrijk dat de woning goed luchtdicht wordt afgewerkt om een goede werking van het systeem te waarborgen. Controleer de $q_{v;10;kar}/m^2$ -waarde;
- 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;
- fysisch gezien is het vrijwel onmogelijk om een deel van de woning met bijvoorbeeld mechanische afzuiging uit te rusten en een deel met natuurlijke toe- en afvoer (of er moet een goede luchtdichte scheiding tussen de zones aanwezig zijn). Deze situaties moeten met argwaan worden bezien;
- HR-warmteterugwinning kan op basis van gelijkwaardigheid worden gewaardeerd. Rendementen tot 0.95 zijn mogelijk. Ga op de bouw na of daadwerkelijk het toestel uit de gelijkwaardigheidsverklaring is geplaatst;
- warmteterugwininstallaties met een by-pass 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.

Relaties met andere installaties

Systemen met mechanische toe- en afvoer worden vaak gecombineerd met warmteterugwinning uit de ventilatielucht. Hierbij wordt een

onderscheid gemaakt tussen regelbare en niet regelbare systemen.

Een systeem wordt als regelbaar beschouwd wanneer deze door de bewoners door middel van een schakelaar uitgezet kan worden. Bij dit systeem bestaat de kans dat de bewoners de unit (tijdelijk) uitzetten en niet meer aanzetten. Bij een regelbaar systeem is de toevoer in de zomer uitschakelbaar. Dit betekent dat er andere adequate voorzieningen (te openen ramen, deuren, of roosters) aanwezig moeten zijn voor de toevoer van ventilatielucht. Uitschakeling door bewoners heeft een ongunstig effect op de EPC.

Bij systemen met een mechanische afvoercomponent kan gebruik worden gemaakt van een warmtepompboiler voor de verwarming van het warmtapwater (zie paragraaf 3.4.5.6). De combinatie van een warmtepompboiler met warmteterugwinning is niet mogelijk!

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

ventilatievoorziening	type warmteterugwinning	rendement
natuurlijke luchttoe- en afvoer	kruisstroomwarmtewisselaar	0.65
natuurlijke luchttoevoer, mechanische luchtafvoer	twee elementen systeem	0.60
mechanische luchttoevoer, natuurlijke luchtafvoer	warmtebuis-apparaten	0.60
mechanische luchttoe- en afvoer	langzaam rot. en interm. warmtewisselaar	0.70
zelfregelende roosters	tegenstroomwarmtewisselaar	0.75

INSTALLATIE W - VENTILATIE	
Ventilatie verwarmde zone: begane grond	
ventilatievoorziening	: mechanische luchttoe- en afvoer
type warmteterugwinning	: langzaam roterende/intermitterende warmtewisselaars
Nwtw	: 0,70
regelbaar door bewoners	: nee
toevoer in zomer	: toevoer niet uitschakelbaar
bypass aanwezig	: geen bypass
type voorverwarming	: voorverwarming door warmteterugwinning

BOUWKUNDIGE GEGEVENS - INFILTRATIE	
$q_{v10;kar}/m^2$ van de woonfunctie:	0,625 [dm^3/sm^2]

ventilatiesysteem	richtwaarde $q_{v;10;kar}/m^2$
mechanische toe- en afvoer	0.625 [dm^3/sm^2]
natuurlijke toe- en/of afvoer	1.0 tot 1.43 [dm^3/sm^2]

3.4.

installaties
3.4.4. ventilatie

3.4.4.2 ventilatoren

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 worden wisselstroomventilatoren toegepast. Steeds vaker worden ook gelijkstroomventilatoren toegepast. Gelijkstroomventilatoren zijn energiezuiniger dan wisselstroomventilatoren, de prijs ligt momenteel echter nog wel beduidend hoger.

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.



Aandachtspunten

- bij de installatie van een ventilatie-unit, moet er op gelet worden dat de kanalen op de juiste plaats worden aangesloten;
- controleer op de bouw of het type ventilator klopt met de invoer in de EPC-berekening;
- vraag bij gebruik van de uitgebreide methode om een onderbouwing van de gehanteerde waarden voor U, I en e.

Energiegebruik

Bij de bepaling van het energiegebruik van de ventilatoren wordt in de energieprestatienorm een onderscheid gemaakt tussen rekenen volgens de forfaitaire methode en rekenen volgens de uitgebreide methode. Bij de forfaitaire methode wordt het energiegebruik bepaald aan de hand van het type ventilatiesysteem, het type ventilator (wissel- of gelijkstroom) en een vastgesteld energiegebruik per m² gebruiksooppervlakte. Wanneer gerekend wordt volgens de uitgebreide methode zijn de werkelijke gegevens

van de toegepaste ventilatoren van belang. De karakteristieke gegevens (U, I en e of P_{el}) van de ventilator moeten worden bepaald bij een lucht volumestroom van 0.36 * A_g. Aangezien niet iedere woning even groot is, moeten deze gegevens per woning worden bepaald. De wijze waarop dit gedaan moet worden staat beschreven in hoofdstuk 11.4 van de NPR 5129.

Relaties met andere installaties

Wisselstroomventilatoren kunnen in vrijwel alle situaties worden toegepast. Gelijkstroomventilatoren komt men met name tegen bij HR-warmteterugwinningssystemen. Dit zijn warmteterugwinningssystemen met een rendement boven 0.90. Inmiddels zijn er ook voor mechanische afzuiging gelijkstroomventilatoren op de markt.

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

installatie	type ventilator
mechanische afzuiging	wisselstroom of gelijkstroom
gebalanceerde ventilatie	wisselstroom of gelijkstroom
warmtepompboiler (ventilatie-retourlucht)	wisselstroom of gelijkstroom
luchtverwarming	met of zonder ventilatorregeling

Forfaitaire methode

INSTALLATIE W - VENTILATOREN	
omschrijving zone verwarmde zone 1	type ventilator gebalanceerde ventilatie, wisselstroom

Uitgebreide methode

INSTALLATIE W - VENTILATOREN					
type ventilator	aantal	U [V]	I [A]	e [-]	P _{el} [W]
gebalanceerde ventilatie wisselstroom	2	230,0	0,280	0,620	39,93

installatie	type ventilator
mechanische afzuiging	wisselstroom of gelijkstroom
gebalanceerde ventilatie	wisselstroom of gelijkstroom
luchtverwarming buiten stookseizoen	
luchtverwarming tijdens stookseizoen	met of zonder ventilatorregeling

afkomstig uit productinformatie

bij mechanische toe- en afvoer bedraagt het aantal ventilatoren altijd minimaal 2!

3.4. installaties

3.4.5. warmtapwater

3.4.5. warmtapwater

3.4.5.1. elektro-boiler

Beschrijving

Een elektro-boiler is een kleine elektrische boiler met een voorraadvat voor warmtapwater van 10 tot 15 liter. Een elektro-boiler wordt 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. Vanwege het lage rendement van een elektro-boiler (elektrisch), heeft deze een minder gunstig effect op de EPC dan bijvoorbeeld een HR-combiketel.

Aandachtspunten

- check de leidinglengte die in de berekening is ingevoerd en controleer op de bouw of de elektro-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.

Opwekkingsrendement

Het opwekkingsrendement van een elektro-boiler wordt, net als bij de elektrische boiler, onder andere bepaald door het opwekkingsrendement van de elektriciteitsvoorziening ($\eta_{el} = 0.39$). Het rendement bedraagt $0.39 * 0.75 = 0.2925$, na afronding 0.275.

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 elektro-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 elektro-boiler in de keuken.

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

een elektro-boiler heeft een zeer korte leidinglengte naar het tappunt

Een elektro-boiler wordt dichtbij het tappunt geplaatst, bijvoorbeeld in de pantry.



In het onderstaande voorbeeld wordt de elektro-boiler alleen gebruikt in de keuken. In de badruimten wordt gebruik gemaakt van het warmtapwater dat afkomstig is van de combiketel.

forfaitair opwekkingsrendement	
elektro-boiler	0.275

INSTALLATIE W - WARMTAPWATER

nr. opwekkingstoestel	klasse	Nopw;tap	qv;wp	aantal	aantal	Lbadr	Laanr
		[-]	[dm ³ /s]	badr	aanr	[m]	[m]
1. gasgestookt combitoestel HR/CW	3	0,553	-	1	0	7,0	0,0
2. elektro-boiler	-	0,275	-	0	1	0,0	0,5

3.4.5.2. CV-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 (zie paragraaf 3.4.3.6). Combiketels zijn verkrijgbaar als doorstroom- of voorraadtoestellen. Voorraadtoestellen

hebben een ingebouwd vat van 60 tot 80 liter. Bij doorstroomtoestellen wordt tapwater 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.

Doorgaans zal een toestel zijn voorzien van één of meerdere Gaskeur-labels. Het hier-naast 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.

Aandachtspunten

- controleer of de comfortklasse van de ketel is afgestemd op de grootte van de woning. Controleer ook het bijbehorende rendement. In een gelijkwaardigheidsverklaring wordt vaak het maximale rendement van de ketel genoemd, uitgaande van de hoogste klasse. Zo nodig moet dit worden omgerekend naar de juiste klasse. (zie paragraaf 3.4.2);
- CV-combiketels 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.

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-combi-ketel	HR _{ww}	Hoog Rendement warm water; het toestel voor tapwaterverwarming heeft een zeer hoog rendement: gecombineerd met HR-label: ≥ 0.75
(HR-/VR)	CW	Comfort Warmwater; het toestel voor tapwaterverwarming heeft een combiketel behoorlijk rendement: gecombineerd met HR-label: ≥ 0.67
CO-/NO _x -arme ketel	SV	Schonere Verbranding: uitstoot CO ≤ 160 ppm (alle toestellen) uitstoot NO _x ≤ 40 ppm voor toestellen ≤ 31.5 kW uitstoot NO _x ≤ 60 ppm voor toestellen van 31.5-600 kW
zonneboiler (combi)	NZ	Naverwarming Zonneboilers; het toestel is geschikt als naverwarmer bij een zonneboiler; warmwatertemperatuur $\geq 60^\circ\text{C}$

3.4. installaties

3.4.5. warmtapwater

Opwekkingsrendement

Het opwekkingsrendement van een CV-combiketel ten behoeve van warmtapwater wordt bepaald door het type ketel, de comfortklasse en de grootte van de woning (het gebruik) (zie ook paragraaf 3.4.2 van dit handboek). Wanneer een hoge comfortklasse (dit is een toestel met een grote capaciteit) in een relatief kleine woning wordt toegepast, wordt een correctiefactor toegepast (c_{tap}), omdat meer water gebruikt kan worden (en waarschijnlijk ook wordt gebruikt) dan gebruikelijk is voor een woning van die grootte.

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 3.4.2.

Relaties met andere installaties

Een CV-combiketel kan worden gecombineerd met zonnecollectoren of een elektro-boiler. Bij toepassing van een CV-combiketel moet uiteraard bij het onderdeel Verwarming ook aangegeven zijn dat sprake is van een CV-ketel!

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

Opengewerkte HR combiketel



forfaitaire opwekkingsrendementen	
gasgestookt combitoestel	0.30
gasgestookt combitoestel CW	$c_{tap} * 0.5$
gasgestookt combitoestel HR/CW	$c_{tap} * 0.6$
gasgestookt combi-toestel HRww	$c_{tap} * 0.675$

bij een CV-combiketel met CW: $0.8 \leq c_{tap} < 1.0$

INSTALLATIE W - WARMTAPWATER							
nr. opwekkingstoestel	klasse	Nopw;tap	qv;wp	aantal	aantal	Lbadr	Laanr
		[-]	[dm ³ /s]	badr	aanr	[m]	[m]
1. gasgestookt combitoestel HR/CW	3	0,554	-	1	1	6-8	8-10

Hier is gebruik gemaakt van de forfaitaire leidinglengten naar het aanrecht en de badruimte. Het is altijd toegestaan om de werkelijke leidinglengten (= kortste horizontale + verticale afstand) in te vullen.

3.4.5.3. elektrische boiler

Beschrijving

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. De elektrische boiler wordt hier voor de volledigheid behandeld.

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 (zie paragraaf 3.4.3.4 en 3.4.3.5).

Een variant op de elektrische boiler is de elektro-boiler, die gebruikt wordt om in de keuken de wachttijd op warmtapwater te bekorten (zie paragraaf 3.4.5.1).

Aandachtspunten

- elektrische boilers ten behoeve van de warmtapwatervoorziening in de gehele woning (keuken en badkamer) worden nauwelijks meer toegepast in nieuwbouwwoningen.

Opwekkingsrendement

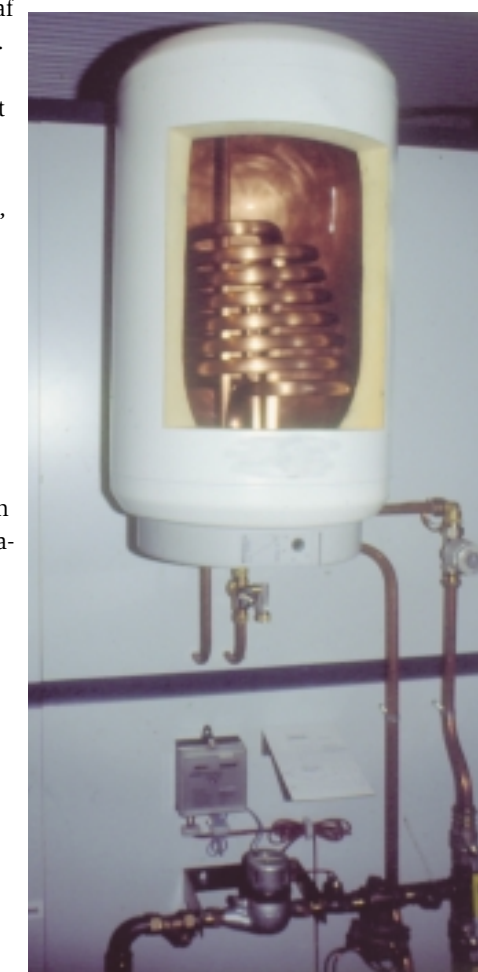
Het opwekkingsrendement van een elektrische boiler wordt mede bepaald door het opwekkingsrendement van de elektriciteitsvoorziening ($\eta_{el} = 0.39$). Het rendement bedraagt $0.39 * 0.75 = 0.2925$. Na afronding is dit 0.275 (zie paragraaf 3.4.2 van dit handboek). Er kan in de berekening gebruik worden gemaakt van forfaitaire waarden. Wanneer hogere rendementen zijn opgenomen, moeten deze worden onderbouwd met een kwaliteits- of een gelijkwaardigheidsverklaring.

Relaties met andere installaties

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

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.



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

forfaitair opwekkingsrendement	
elektrische boiler	0.275

INSTALLATIE W - WARMTAPWATER			
nr. opwekkingstoestel	klasse	Nopw;tap	qv;wp
	[-]	[dm ³ /s]	
1 elektro-boiler	-	0,275	-

3.4. installaties
3.4.5. warmtapwater

3.4.5.4. gebouwgebonden warmtekracht

Beschrijving

In woningbouw wordt gebouwgebonden warmtekracht vrijwel nooit toegepast voor de verwarming van het warmtapwater. Voor de volledigheid wordt het systeem hier wel kort behandeld.

Een warmtekrachtinstallatie (verder WK) levert zowel warmte als elektriciteit. In een warmtekrachtinstallatie 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 en/of warmtapwater. De opgewekte elektriciteit wordt zo veel mogelijk benut voor het eigen gebruik in de woning. Het resterende deel kan in de meeste gevallen aan het elektriciteitsnet worden teruggeleverd.

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 externe warmtelevering (zie ook paragraaf 3.4.5.5).

Voor meer informatie over de verschillende warmtekrachtsystemen wordt verwezen naar paragraaf 3.4.3.3.

Aandachtspunten

- in de EPC-rekenmethodiek wordt onderscheid gemaakt tussen gebouwgebonden warmtekracht en externe warmtelevering. 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 externe warmtelevering (zie paragraaf 3.4.5.5);
 - 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.
 - controleer of bij gebouwgebonden warmtekracht met een circulatieleiding voor warmtapwater de lengte van de circulatieleiding is ingevoerd.

Opwekkingsrendement

Het opwekkingsrendement van gebouwgebonden WK 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

WK ten behoeve van verwarming (zie paragraaf 3.4.3.3 uit dit handboek).

Relaties met andere installaties

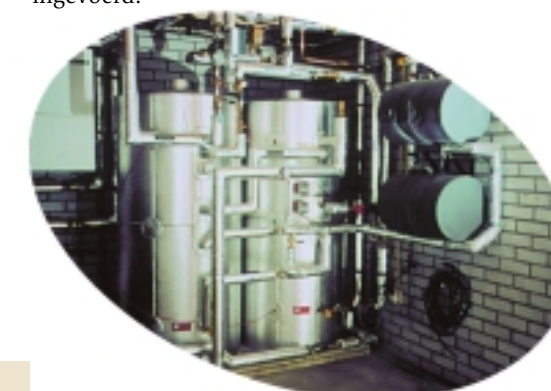
Een gebouwgebonden WK wordt meestal ten behoeve van verwarming en eventueel de bereiding van warmtapwater gebruikt. Gebouwgebonden warmtekracht moet altijd worden gecombineerd met een ander toestel voor ruimteverwarming (bijvoorbeeld CV-ketel).

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

Het opwekkingsrendement voor zowel verwarming als warmtapwater is afhankelijk van het preferente en het niet-preferente toestel, en van het vermogen van het preferente toestel (zie ook paragraaf 3.4.3.3).

In de EPC-berekening kan gebouwgebonden warmtekracht ten behoeve van warmtapwater alleen worden ingevoerd als tevens bij verwarming gebouwgebonden warmtekracht is ingevoerd.



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

INSTALLATIE W - VERWARMING EN HULPENERGIE		
Verwarmingssysteem 1 - Verwarming 1		
preferent toestel		
verwarmingstoestel	type toestel	: gebouwgebonden warmte-kracht, met comp. voor el.prod.
	vermogen warmtekrachtkoppeling	: 5 kW < mini wkk <= 20 kW
	vermogen	: 43 kW
niet-preferent toestel		
verwarmingstoestel	type toestel	: individueel centraal verwarmingstoestel
	type luchtverwarmer/ketel	: HR-107 Ketel
	aanvoertemperatuur	: hoog temperatuursysteem (HT)
installatiekenmerken	gebouwgebonden warmtelevering op afstand	: ja
	afleverzet voor warmtapwaterbereiding	: nee
	individuele bemetering	: ja
	alle leidingen binnen de woonfunctie	: nee
	installatie voorzien van buffervat	: nee
	type verwarmingslichaam	: overig (bijv. radiatoren)
	opwekkingsrendement	Nopw;verw : 0,679 [-]
	systeemrendement	Nsys;verw : 0,542 [-]
hulpenergie	aantal ketels-cv/luchtverwarmers met waakvlam	: 0
	gasketels-cv	: niet voorzien van ventilator
		: niet voorzien van elektronica
		: geen circulatiepomp aanwezig
	warmtepomp	: geen circulatiepomp aanwezig
	individuele warmtepomp	: parallel buffervat aanwezig
	gebouwgebonden warmte-kracht	: lengte circulatieleiding 2,00 km

INSTALLATIE W - WARMTAPWATER						
nr. opwekkingstoestel	klasse	Nopw;tap	qv;wp	aantal	aantal	Lbadr
		[-]	[dm ³ /s]	badr	aanr	[m]
1. warmtekrachtinstallatie*	-	0,679	-	2	1	6-8

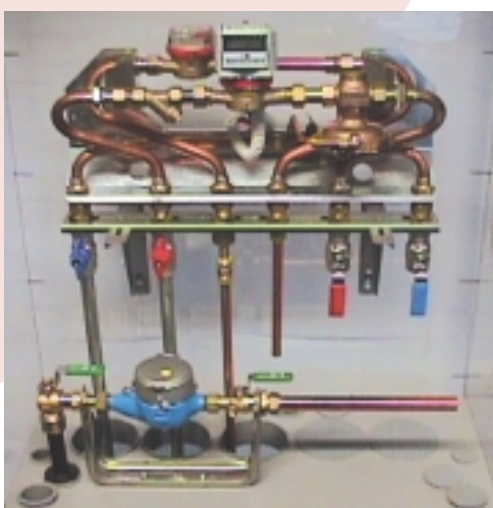
*als gedefinieerd verwarming

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



3.4. installaties

3.4.5. warmtapwater



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

Relaties met andere installaties

Warmtelevering kan worden gecombineerd met een elektro-boiler of een zonnecollector, beide ten behoeve van warmtapwaterbereiding.

Wanneer bij het tapwatersysteem sprake is van warmtelevering door derden, zal dit bij het verwarmingssysteem ook vrijwel altijd het geval zijn.

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

forfaitair opwekkingsrendement	
gasmotor of warmtepomp	1.0
STEG, productieproces of afvalverbranding	1.0

INSTALLATIE W - WARMTAPWATER				
nr.	opwekkingstoestel	klasse	N _{opw;tap} [-]	q _{v;wp} [dm ³ /s]
1	externe warmtelevering*	-	1,000	-

*als gedefinieerd verwarming

3.4.5.5. 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.

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.

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 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 3.4.5.4) of een collectieve warmtepomp (zie paragraaf 3.4.5.6).

Aandachtspunten

- 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.

Opwekkingsrendement

Externe warmtelevering betreft over het algemeen restwarmte, warmte die over is. Het opwekkingsrendement ten behoeve van warmtapwater wordt bepaald door de manier waarop de restwarmte is opgewekt. Er kan in de berekening alleen gebruik worden gemaakt van een opgelegde waarde van 1.0. Gebruik van een gelijkwaardigheidsverklaring voor het rendement van externe warmtelevering is niet toegestaan omdat de rendementen een beleidsmatige keuze zijn.

3.4.5.6. warmtepomp

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 ventilatie-retourlucht als bron gebruikt. De warmte wordt door de warmtepomp uit de ventilatie-retourlucht teruggewonnen en vervolgens gebruikt voor de verwarming van het tapwater. Ventilatie-retourlucht 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.

Het is echter ook mogelijk om voor de verwarming van het tapwater een warmtepomp te gebruiken die zijn warmte onttrekt aan andere 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 lager dan het rendement van een warmtepomp op ventilatieretourlucht (CW). In geval van ruimte- en tapwaterverwarming, is sprake van een combiwarmtepomp.

Aandachtspunten

- controleer of een CW-klasse is toegekend aan de warmtepomp. Dit heeft een positieve invloed op het opwekkingsrendement;
- controleer of de comfortklasse (CW) van het toestel is afgestemd op de grootte van de woning. Controleer ook het bijbehorende rendement. In een gelijkwaardigheidsverklaring wordt vaak het maximale rendement van het toestel genoemd, uitgaande van de hoogste klasse. Zo nodig moet dit worden omgerekend naar de juiste klasse (zie paragraaf 3.4.2);
- controleer wanneer een warmtepompboiler wordt toegepast of de waarde van q_{v;wp}

klopt. Bij toepassing van een warmtepompboiler moet meer (mechanisch) geventileerd worden dan op grond van de ventilatie-eis volgens het Bouwbesluit. Deze extra ventilatie wordt in de energieprestatienorm berekend aan de hand van q_{v;wp}. De waarde van q_{v;wp} kan door de leverancier van de warmtepompboiler door middel van een kwaliteitsverklaring worden opgegeven. Wanneer deze niet aanwezig is, kan q_{v;wp} worden berekend uit q_{v;wp} = 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 de woning 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.

Opwekkingsrendement

Het opwekkingsrendement van een warmtepomp ten behoeve van warmtapwater wordt bepaald door het type warmtepomp, de gebruikte warmtebron, de comfortklasse en het gebruik (zie ook paragraaf 3.4.2 van dit handboek). Als een hoge comfortklasse in een relatief kleine woning wordt toegepast, wordt een correctiefactor toegepast (c_{tap}). 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. Ook afwijkende waarden van q_{v;wp} moeten met een kwaliteits- of een gelijkwaardigheidsverklaring worden onderbouwd.

3.4. installaties

3.4.5. warmtapwater

Relaties met andere installaties

Een warmtepomp ten behoeve van warmtapwater kan eventueel worden gecombineerd met een elektro-boiler. Een combinatie met een zonnecollector is eveneens mogelijk, maar vrij kostbaar.

Een warmtepompboiler is uitermate geschikt voor de toepassing in woningen waarin geen gasaansluiting aanwezig is, bijvoorbeeld woningen die aangesloten zijn op warmtelevering door derden of die gebruik maken van een (collectieve) warmtepomp. In woongebouwen met een centrale warmteopwekking voor de verwarming behoort de warmtepompboiler ook tot de kansrijke mogelijkheden.



Een warmtepompboiler levert warmte ten behoeve van tapwaterverwarming.

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

forfaitair opwekkingsrendement	
warmtepomp met retourlucht	0.525
warmtepomp met retourlucht en CW	0.68 - 0.85
combiwarmtepomp met andere bron dan ventilatielucht (collectief of individueel)	0.525

bij een warmtepomp met CW: $0.8 \leq c_{tap} \leq 1.0$

INSTALLATIE W - WARMTAPWATER						
nr. opwekkingstoestel	klasse	Nopw;tap	qv;wp	aantal	aantal	
		[-]	[dm ³ /s]	badr	aanr	
1. warmtepomp, retourlucht als bron (bijlage C)	3	0,722	44,00	1	2	

qv;wp	
overgenomen uit opgave van fabrikant van WP-boiler volgens bijlage C van NEN 5128	óf $q_{v,wp} = 0.44 \cdot A_{g,verwz}$ $q_{v,wp} \geq 44 \text{ dm}^3/\text{s}$

3.4.5.7. 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 anti-vries 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 meeste 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 (collectoroppervlakte is groter) spreekt men over een zonneboilercombi (zie paragraaf 3.4.3.6).

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

type zonneboiler	werking				eigenschappen
	terugloopsysteem				
	volledig gevuld circuit				
	thermosifon-systeem				
	1	2	3	4	compact systeem (ICS)
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
boogbouwsysteem					collectieve collector; elke woning een voorraadvat
collectief systeem					collectieve collector, collectief voorraadvat, collectieve CV-ketel

Werking:

Bij een volledig gevuld circuit bestaat de mogelijkheid op overhitting of bevrozing 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 bevrozing van het systeem voorkomen. Een thermosifon-systeem 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 bevrozing 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.

3.4. installaties

3.4.5. warmtapwater

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 warmwatertoestel (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 met behulp van een hulpconstructie op een plat dak is geplaatst. Relatief nieuw is een halfronde collector die geïntegreerd is in de nok.

Aandachtspunten

- niet ieder tapwaterverwarmingstoestel is geschikt voor naverwarming bij zonneboilers. Gasgestookte toestellen moeten zijn voorzien van een NZ-gaskeur (zie ook paragraaf 3.4.3.2);
- 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 beschaduwing 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.

Relatief nieuw is een halfronde collector die geïntegreerd is in de nok.



Opwekkingsrendement

Het opwekkingsrendement van een zonnecollector wordt uitgedrukt in het jaarrendement.

Dit wordt bepaald door de verhouding van de warmtapwaterbehoefte en het zonaanbod op de collector.

De tapwaterbehoefte wordt bepaald door het gebruik en (daarmee) de grootte van de woning.

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

Het jaarrendement kan forfaitair worden bepaald. De forfaitaire rendementsgetallen in NEN 5128 zijn laag (maximaal 0.40 conform tabel 32 van NEN 5128). In geval van kwaliteitsverklaringen kan het rendement aanzienlijk gunstiger uitvallen.

Relaties met andere installaties

Een zonneboiler wordt altijd gecombineerd met een naverwarmingstoestel. Vrijwel ieder type opwekkingstoestel voor warmtapwater komt hiervoor in principe in aanmerking.

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

De juiste invoer van een zonneboiler moet op twee plaatsen in de EPC-berekening worden gecontroleerd. In het onderstaande voorbeeld is sprake van een zonneboiler met een oppervlakte van 2,7 m². Bij het onderdelen 'Warmtapwater' moet het toestel voor naverwarming zijn aangegeven (veelal een gasgestookt toestel), de oppervlakte van de collector komt tot uitdrukking bij het onderdeel 'Zonnecollectoren'.



Vlakke plaat collectoren geïntegreerd in het dakvlak

Zonneboiler: alleen warmtapwater!

alleen van belang bij een kwaliteitsverklaring

INSTALLATIE W - ZONNECOLLECTOREN									
nr.	warmtapwatersysteem	verwarmingssysteem			bijdrage	Nze; tap		Nze; verw	
1	tapwaterinstallatie 1	(geen)			opwekking	-		-	
nr.	orientatie	helling [°]	Aze [m ²]	beschaduwing	belemmering		overstekken		besch.factor
1	Z	42	2,70	minimale belemmering	1 2 3 4	1 2 3 4			-

toestel	gunstige oriëntatie	optimale hellingshoek	collector-oppervlakte*)
zonneboiler	ZW-ZO	42°	2.7 - 2.8 m ²

*) gangbare collectoroppervlakte voor een gemiddeld huishouden

Optimale hellingshoek voor zonneboiler: 42°

Optimale hellingshoek voor zonneboilercombi: 52° (zie ook 3.4.3.6.)

3.4. installaties

3.4.6. koeling

3.4.6.1. koeling in woningbouw

Beschrijving

In de zomerperiode kan de temperatuur in woningen behoorlijk oplopen, met name wanneer er veel glas op de zongeorïënteerde gevels wordt toegepast. Als bij het ontwerp van de woning geen rekening is gehouden met het beperken van de kans op oververhitting, bestaat de mogelijkheid dat bewoners in de gebruiksfase een koelinstallatie aanschaffen 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 (zie paragraaf 3.3.5) wordt in de EPN-methodiek een fictief energiegebruik voor zomercomfort in rekening gebracht. Bij een woning waarin bij het ontwerp geen rekening is gehouden met het risico oververhitting (er is bijvoorbeeld veel glas op het zuiden toegepast) is het energiegebruik voor zomercomfort hoog en daarmee ook de EPC hoog. Wanneer adequate maatregelen als buitenzonwering getroffen worden, zal het energiegebruik voor zomercomfort dalen en daarmee eveneens de EPC. Wanneer vrije koeling wordt toegepast wordt het energiegebruik voor zomercomfort ook verminderd (zie paragraaf 3.4.6.3).

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 energiegebruik van een dergelijk systeem wordt in de EPC-methodiek meegenomen. Het is niet de bedoeling dat in alle woningen koeling wordt toegepast.

Aandachtspunten

- controleer in de berekening of aangegeven is dat er sprake is van een koelsysteem of een systeem met vrije koeling. Ga na of dit systeem in de hele woning of een gedeelte van de woning wordt toegepast;
- koelmachines kunnen vrij veel geluid produceren, vooral wanneer het grote apparaten betreft (woongebouwen). De geluidsuitstraling naar de omgeving kan een probleem vormen.

Relaties met andere installaties

Wanneer de koelmachine of warmtepomp wordt gebruikt voor de koeling van de ventilatielucht, dan zal in veel gevallen een gebalanceerd ventilatiesysteem (mechanische toe- en afvoer) aanwezig zijn, zie paragraaf 3.4.4.1.



EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

INSTALLATIE W - KOELING			
koelsysteem:	type toestel	:	geen koelmachine aanwezig
	vrije koeling	:	nee
	opwekkingsrendement voor koeling	Nopw;koel	: 0,000 [-]
	systeemrendement voor koeling	Nsys;koel	: 0,000 [-]

3.4.6.2 Absorptiekoelmachine

Beschrijving

Absorptiekoelmachines werken volgens een geheel ander principe dan compressiekoelmachines (zie 3.4.6.3). Bij een compressiekoelmachine wordt gebruik gemaakt van elektrische aandrijfenergie, 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 restwarmte van bijvoorbeeld een warmtekrachtinstallatie of externe warmtelevering. Voorwaarde is wel dat de restwarmte een voldoende hoge temperatuur heeft (> 110°C).

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 geluidproductie van een absorptiekoelmachine aanzienlijk lager dan van een compressiekoelmachine, zodat in woningbouwprojecten waar hoge eisen worden gesteld aan geluid de toepassing van absorptiekoeling een goede optie kan zijn. In vergelijking met een compressiekoelmachine heeft een absorptiekoelmachine een minder gunstig rendement en is toepassen van een dergelijk systeem alleen interessant wanneer er daadwerkelijk sprake is van warmte die 'over' is.

Aandachtspunten

- absorptiekoeling kan alleen worden toegepast indien er sprake is van restwarmte. Dit betekent dat in de EPC-berekening dat

er bij het onderdeel verwarming sprake moet zijn van gebouwgebonden warmtekracht of externe warmtelevering. Ga na of dit het geval is;

- controleer of de absorptiekoelmachine in de hele woning of een gedeelte van de woning wordt toegepast;
- 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.

Opwekkingsrendement

Het opwekkingsrendement van een absorptiekoelmachine is afhankelijk van het type restwarmte waarvan van absorptiekoelmachine gebruik maakt. In de EPN-methodiek wordt een onderscheid gemaakt tussen absorptiekoelmachines die gebruik maken van warmte van externe warmtelevering (zie paragraaf 3.4.3.4) of gebouwgebonden warmtekracht (zie paragraaf 3.4.3.3). Het type externe warmtelevering is hierbij tevens van belang.

Van de onderstaande rendementen voor absorptiekoeling in combinatie met gebouwgebonden warmtekracht kan alleen worden afgeweken met behulp van een gelijkwaardigheidsverklaring.



absorptiekoelmachine met externe warmtelevering	$\eta_{opw;koel}$	absorptiekoelmachine met gebouwgebonden warmtekracht	$\eta_{opw;koel}$
gasmotor	0.70	mini WK: 5 – 20 kW _e	0.57
warmtepomp	0.70	gasmotor: 20-200 kW _e	0.54
STEG	0.77	gasmotor: 200 – 500 kW _e	0.50
industriële productieproces	0.77	gasmotor 500 – 1000 kW _e	0.44
afvalverbranding	0.77	WK: 1000 – 25000 kW _e	0.40

Relaties met andere installaties

Een absorptiekoelmachine wordt alleen toegepast in situaties waarin restwarmte beschikbaar is. In de EPN-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.

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.



INSTALLATIE W - VERWARMING EN HULPENERGIE		
Verwarmingssysteem 1 - Verwarmingssysteem 1		
verwarmingstoestel		
verwarmingstoestel	type toestel	: externe warmtelevering, gasmotor of warmtepomp
	afleveret voor warmtapwaterbereiding	: ja
	individuele bemetering	: ja
	installatie voorzien van buffervat	: nee
	type verwarmingslichaam	: overig (bijv. radiatoren)
	opwekkingsrendement (Nopw;verw)	: 1,000 [-]

INSTALLATIE W - KOELING		
koelsysteem	type toestel	: absorptiekoelmachine op externe warmtelevering
	vrije koeling	: nee
	opwekkingsrendement voor koeling (Nopw;koel)	: 0,700 [-]
	systeemrendement voor koeling (Nsys;koel)	: 0,900 [-]
aangewezen zones:	verwarmde zone 1	
	verwarmde zone 2	
	verwarmde zone 3	

3.4.6.3 Compressiekoelmachine

Beschrijving

Voor het opwekken van de benodigde koude voor de koeling kan gebruik worden gemaakt van een compressiekoelmachine.

In een compressiekoelmachine wordt in een elektrisch 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 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 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 koude 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 koeltoren. Ook is het mogelijk om voor de koeling van de condensor gebruik te maken van oppervlaktewater.

Aandachtspunten

- compressiekoelmachines kunnen vrij veel geluid produceren. De geluidsuitstraling naar de omgeving kan een probleem vormen;

- 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 (koelmachine is een omgekeerde warmtepomp), zie 3.4.3.5. Deze situatie kan in de EPC-berekening het best benaderd worden door voor verwarming te kiezen voor warmtepomp met als bron buitenlucht, en voor koeling voor een compressiekoelmachine. Wanneer de warmtepomp als bron grondwater gebruikt, dan is er sprake van 'warmtepomp in zomerbedrijf', zie 3.4.6.4.



Opwekkingsrendement

Het opwekkingsrendement van een compressiekoelmachine is afhankelijk van het type compressor en condensor. In de EPN-methodiek wordt echter geen onderscheid gemaakt. Een compressiekoelmachine heeft een forfaitair opwekkingsrendement van $4 \cdot \eta_{el} = 1.56$. In deze formule is de factor 4 de zogenoemde COP. Over het algemeen wordt het rendement van een koelmachine uitgedrukt in de COP. De COP is de verhouding tussen de nuttig geleverde koude en de daarvoor benodigde aandrijfenergie, inclusief eventuele motorverliezen en exclusief energie voor hulpapparatuur. In de energieprestatienorm wordt de COP vervolgens omgerekend naar een opwekkingsrendement.

Relaties met andere installaties

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

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.



3.4.6.4 Seizoensopslag

Beschrijving

Seizoensopslag kan beschouwd worden als een systeem met vrije koeling.

Seizoensopslag is een milieuvriendelijk alternatief bij nieuwbouw of renovatie van grote woongebouwen.

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 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 systeem (7-10°C

respectievelijk 6°C).

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 of een warmtepomp die als koelmachine wordt gebruikt (zie 3.4.3.5). De koelmachine of warmtepomp kan dan voor de benodigde nakoeling zorgen. Dit systeem heeft een lager rendement dan een systeem waarin geen gebruik gemaakt wordt van een koelmachine of warmtepomp.

Aandachtspunten:

- 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 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.

Opwekkingsrendement

Het rendement van seizoensopslag 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 seizoensopslag/ vrije koeling bedraagt het rendement in de EPC-berekening, uitgedrukt in een zomercomfortfactor, 3.9 (ter vergelijking een compressiekoelmachine heeft een rendement van 1.56).

Systemen waarin een warmtepomp in combinatie met seizoensopslag wordt toegepast hebben een forfaitair rendement van 1.95 (warmtepomp in zomerbedrijf).



INSTALLATIE W - KOELING

koelsysteem	type toestel	: compressiekoelmachine
	vrije koeling	: nee
	opwekkingsrendement voor koeling (Nopw;koel)	: 1,560 [-]
	systeemrendement voor koeling (Nsys;koel)	: 0,900 [-]
aangewezen zones:	verwarmde zone 1	
	verwarmde zone 2	
	verwarmde zone 3	

Relaties met andere installaties

Wanneer seizoenopslag 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) zal hier rekening mee moeten worden gehouden.

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

In het onderstaande schema is aangegeven welke logische combinaties

stelsel	verwarming	koeling
'pure' seizoenopslag	willekeurig opwekkingstoestel	vrije koeling
seizoenopslag met warmtepomp	warmtepomp met als bron grondwater	warmtepomp in zomerbedrijf

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

Pure seizoenopslag

INSTALLATIE W - KOELING		
koelsysteem	type toestel	: geen koelmachine aanwezig
	vrije koeling	: ja
	opwekkingsrendement voor koeling (Nopw;koel)	: 0,000 [-]
	systeemrendement voor koeling (Nsys;koel)	: 0,000 [-]
aangewezen zones:	verwarmde zone 1	
	verwarmde zone 2	
	verwarmde zone 3	

Seizoenopslag met warmtepomp

INSTALLATIE W - VERWARMING EN HULPENERGIE		
Verwarmingssysteem 1 - Verwarmingssysteem 1		
verwarmingstoestel	type toestel	: individuele elektrische warmtepomp
verwarmingstoestel	bron warmtepomp	: grondwater
	aanvoertemperatuur	: T<=32°C
installatiekenmerken	individuele bemeting	: ja
	installatie voorzien van buffervat	: nee
	type verwarmingslichaam	: vloer- en/of wandverwarming
	opwekkingsrendement (Nopw;verw)	: 1,750 [-]
	systeemrendement (Nsys;verw)	: 1,000 [-]

INSTALLATIE W - KOELING		
koelsysteem	type toestel	: warmtepomp in zomerbedrijf
	vrije koeling	: nee
	opwekkingsrendement voor koeling (Nopw;koel)	: 1,950 [-]
	systeemrendement voor koeling (Nsys;koel)	: 0,900 [-]
aangewezen zones:	verwarmde zone 1	
	verwarmde zone 2	
	verwarmde zone 3	

3.4.7. PV-cellen

3.4.7.1. zonnecellen

Beschrijving

Zonnecellen of fotovoltaïsche zonnecellen (PV-cellen) zetten door middel van een fysisch proces zonne-energie om in elektriciteit. Zonnecellen van multi-kristallijn silicium worden het meest toegepast. In het verleden werden ook systemen met amorfe cellen toegepast maar deze zijn inmiddels minder gangbaar. 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 niet aangesloten op het landelijke elektriciteitsnet.

pannen gelegd kan worden, als cel per dakpan, als strook verwerkt in kunststof dakbannen (plat dak) en als film op een metalen dakpaneel. De opbrengsten lopen sterk uiteen.

Aandachtspunten

- 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 EPN-methodiek niet gehonoreerd (zie bij energieopbrengst);
- de energieopbrengst van verschillende PV-systemen loopt nogal uiteen: vraag gegevens op over het toegepaste systeem;
- 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.

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. De omvormer kan centraal worden geplaatst of decentraal (in meterkast of direct aan PV-cellen gekoppeld). 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 panen tussen de andere

Energieopbrengst

Bij zonnecellen is sprake van een energieopbrengst. Deze wordt uitgedrukt in een jaaropbrengst. In de EPN-methodiek wordt maximaal een jaaropbrengst gewaardeerd die niet hoger is dan het totale elektriciteitsgebruik van ventilatoren, verlichting, warmtapwater, koeling, hulpenergie, elektrische bevochtiging en verwarming. De jaaropbrengst van het PV-systeem moet

PV-cellen als film over een strook dakpannen



3.4.

installaties 3.4.7. PV-cellen

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 5128 geeft (veilige) richtgetallen variërend van 35 Wp/m² (amorf) tot 125 Wp/m² (multikristallijn);
- de oppervlakte van de PV-cellen;
- eventuele beschaduwing van het systeem.

Relaties met andere installaties

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

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

forfaitaire reductiefactor ($RF_{pv,i}$)			Watt-piekvermogen per m ²			
systeemuitvoering		$RF_{pv,i}$	richtgetallen NEN 5128:			
centrale omvormer	cellen in dak geïntegreerd, matig geventileerd	0.67	* monokristallijn: 125 W _p /m ²			
	vrijstaand, matig geventileerd	0.70	* multikristallijn: 115 W _p /m ²			
wisselspanning modules	cellen in dak geïntegreerd, matig geventileerd	0.71	* amorf: 35 - 55 W _p /m ²			
	vrijstaand, matig geventileerd	0.73	óf ontleend aan productinformatie volgens NEN 10904-1			

INSTALLATIE W - FOTOVOLTAISCHE SYSTEMEN						
type systeem	RF_{pv}	orientatie	helling	A_{pv}	Sp_v	beschaduwing
	[-]		[°]	[m ²]	[Wp/m ²]	
centraal, dak	0,670	Z	40	4,00	115,00	minimale belemmering

Pv panelen geïntegreerd in het dakvlak



RESULTATEN - ENERGIEPRESTATIEGEGEVENS		
verwarming	Q _{prim;verw}	15463 MJ
hulpenergie	Q _{prim;hulp;verw}	2086 MJ
warmtapwater	Q _{prim;tap}	9579 MJ
ventilatoren	Q _{prim;vent}	6564 MJ
verlichting	Q _{prim;vl}	5015 MJ
zomercomfort	Q _{zom;comf}	1172 MJ
koeling	Q _{prim;koel}	0 MJ
bevochtiging	Q _{prim;bev}	0 MJ
comp. PV-cellen	Q _{prim;pv}	-3129 MJ

De jaaropbrengst van de PV-cellen wordt in mindering gebracht op de energievraag. De opbrengst is het hoogst bij een zuidoriëntatie en een hellingshoek van 36°.

4. Utiliteitsbouw

4.1. Inleiding

Om de juistheid van een ingediende EPC-berekening te kunnen beoordelen, moeten de volgende aspecten worden getoetst: schematisering, oriëntatie, bouwkundige elementen en installaties. Daarvoor zijn naast de berekening zelf ook tekeningen nodig. Wanneer wordt afgeweken van forfaitaire waarden kunnen gelijkwaardigheidsverklaringen of kwaliteitsverklaringen nodig zijn om een beoordeling te kunnen maken.

Schematisering

De schematisering van een utiliteitsgebouw gebeurt aan de hand van de EPC-begrenzing en de indeling in energiesectoren. 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 geklimatiseerde zones. Een energiesector 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 tabel). Wanneer een gebouw meerdere functies bevat, wordt niet meer naar de individuele eisen gekeken, maar moet gecontroleerd worden of $Q_{pres,tot}/Q_{pres,toel} \leq 1$;
- controleer of in een energiesector sprake is van één verwarmingssysteem, één ventilatiesysteem en of de binnentemperatuur van de gebruiksfuncties niet meer dan 4°C verschilt.

Oriëntatie

De oriëntatie van een gebouw, het dak en de dakhelling zijn van groot belang in verband met de benutting van de binnenkomende zonnearmte. Deze gegevens moeten op tekening worden gecontroleerd. Er worden twee soorten zonne-energie onderscheiden: actieve en passieve zonne-energie. In paragraaf 4.2 wordt hierop verder ingegaan. Specifieke zon-gerelateerde technieken worden behandeld in de paragrafen 4.3.4, 4.4.3.7, 4.4.5.7 en 4.4.10.1.

Bouwkundige elementen

De invoer van isolatiewaarden (gevel, dak en beganegrond vloer), ZTA- en $q_{v,10}$ -waarden moet in de EPC-berekening worden gecontroleerd. In de paragrafen 4.3.1 t/m 4.3.3 van dit handboek wordt hierop verder ingegaan.

Het effect van deze elementen op passieve zonne-energie en passieve koeling komt aan de orde in de paragrafen 4.3.4 en 4.3.5 van dit handboek.

Installaties

Een efficiënt installatieconcept bespaart veel energie. Het bestaat uit de meest optimale combinatie van ventileren, verwarmen en koelen.

Het bepaalt ook in belangrijke mate welke (combinaties van) energiebesparende technieken mogelijk zijn. Zie ook paragraaf 4.4.1 van dit handboek.

De keuze van het installatieconcept heeft zowel effect op het systeemrendement als op de opwekkingsrendementen. De systeemrendementen komen aan de orde in de paragrafen 4.4.2 en 4.4.3.1 van dit handboek. De opwekkingsrendementen worden bij de verschillende opwekkingsinstallaties besproken (zie paragraaf 4.4.3.2 en verder).

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 worden gebruikt, en geven over het algemeen een veilige waarde. De EPC valt dan dus ongunstig uit. Voorbeelden van rekenen met forfaitaire waarden zijn:

- het gebruik van de in de norm opgegeven rendementen voor HR-ketels;
- het gebruik van de in de norm aangegeven verlichtingsvermogens.

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

Bij het gebruik van werkelijke gegevens zal vaak een gelijkwaardigheids- of een kwaliteitsverklaring benodigd zijn om aan te tonen dat de opgegeven waarden kunnen worden gerealiseerd.

Gelijkwaardigheid en (erkende) kwaliteitsverklaring

In een kwaliteitsverklaring of een gelijk-

waardigheidsverklaring staat het opwekkingsrendement, systeemrendement of andere voor de EPC-berekening van belang zijnde grootte vermeld.

Indien met metingen, volgens een in de norm vastgelegde meetmethodiek, kan worden aangetoond dat onder voor de norm representatieve omstandigheden een beter rendement kan worden gerealiseerd, dan mag dat hogere rendement worden gehanteerd. Hierbij moet wel rekening worden gehouden met de afrondingsregels. Zo'n claim kan worden vastgelegd in een kwaliteitsverklaring (afgegeven door een certificeringsinstelling) of een fabrikant-eigenverklaring.

Een erkende kwaliteitsverklaring is gebaseerd op een beoordelingsrichtlijn (BRL) die is vastgesteld door de Stichting Bouw Kwaliteit (SBK), en wordt vervaardigd door een erkende certificeringsinstelling.

Het Bouwbesluit voorziet in de mogelijkheid een beroep op gelijkwaardigheid te doen als innovatieve oplossingen worden voorgesteld die niet in de bouwvoorschriften of aangewezene normen zijn voorzien, maar waarmee wel aan alle door het Bouwbesluit voorgeschreven prestaties wordt voldaan. Een dergelijk beroep op gelijkwaardigheid wordt een gelijkwaardigheidsverklaring genoemd.

Een kwaliteitsverklaring of gelijkwaardigheidsverklaring kan worden geleverd door de betreffende leveranciers en moet op juistheid worden gecontroleerd. Een erkende kwaliteitsverklaring moet altijd worden geaccepteerd.

Door Stichting Bouw Kwaliteit (SBK) wordt een lijst bijgehouden met erkende en gewone kwaliteitsverklaringen. Zie ook www.senternovem.nl/epn.

tabel gebruiksfuncties en EPC-eisen per 1 januari 2003	
gebouwfunctie	EPC-eis
bijeenkomst	2.2
cel	1.9
gezondheidszorg, klinisch	3.6
gezondheidszorg niet klinisch	1.5
industrie	geen
kantoor	1.5
logies	1.9
onderwijs	1.4
overig	geen
sport	1.8
winkel	3.4
woning	1.0

4.2. Oriëntatie

De oriëntatie van een utiliteitsgebouw heeft grote invloed op zowel de warmtebehoefte als de koelbehoefte. Bij veel utiliteitsgebouwen is de interne warmtelast (computers, verlichting) aanzienlijk. Dit verschilt echter wel per gebruiksfunctie. Er kan dan ook niet in zijn algemeenheid worden gesproken over een ‘goede’ of ‘slechte’ oriëntatie. Afhankelijk van de functie zal gekeken moeten worden welke oriëntatie energiezuinig is. Daarbij spelen bouwkundige elementen als bouwmassa, grootte en hellingshoek van ramen, U- en ZTA-waarden van het glas en beschaduwing een grote rol.

De oriëntatie van het gebouw heeft vooral effect op het gebruik van passieve zonne-energie. ‘s Winters kan passieve zonne-energie direct worden gebruikt om het gebouw op te warmen. Dit levert een behoorlijke besparing op de verwarmingsenergie (zie ook paragraaf 4.3.4). Tegelijkertijd moet worden voorkomen dat ‘s zomers een grote koelbehoefte ontstaat. De hoeveelheid ventilatie, buitenzonwering en gebouwmassa hebben een relatief grote invloed op de koelbehoefte (zie ook paragraaf 4.3.5) en uiteindelijk de EPC.

Bij het gebruik van actieve zonne-energie wordt zonlicht omgezet in elektriciteit (met behulp van PV-cellen; zie paragraaf 4.4.10.1) en/of zonnewarmte wordt gebruikt om water op te warmen ten behoeve van tapwater en/of verwarming (met behulp van zonnecollectoren; zie de paragrafen 4.4.3.7 en 4.4.5.7 van dit handboek). Bij deze systemen hangt de mate van energiebesparing af van de oriëntatie en hellingshoek waaronder de collectoren of panelen zijn geplaatst. Op een plat dak kunnen zonnecellen en/of zonnecollectoren met behulp van stellages zodanig worden geplaatst dat een gunstige energieopbrengst wordt gerealiseerd.

Om oververhitting in de zomer te voorkomen is vaste zonwering toegepast.



4.3. Bouwkundige elementen

4.3.1. warmteweerstand dichte geveldelen

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);
- warmteverlies via de aansluitingen (koudebruggen).

In deze paragraaf wordt het warmteverlies via de dichte delen en de koudebruggen besproken. In paragraaf 4.3.2 wordt aandacht besteed aan het warmteverlies via de transparante delen. Voor een uitgebreide behandeling van deze onderwerpen wordt verwezen naar hoofdstuk 10 en 11.1 van de NPR 2917.

Voor dichte geveldelen zoals muurconstructies, vloerconstructies en dakconstructies geeft de warmteweerstand, R_c [m^2K/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, zoals Rockwool, Isover en Builddesk beschikken over programma's waarmee de R_c van constructies berekend kan worden. De R_c -waarde kan worden omgerekend naar een U-waarde [W/m^2K], in de U-waarde wordt naast de R_c -waarde ook rekening gehouden met de overgangswaarden.

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].

Aandachtspunten

Dichte delen

Voor de dichte delen zijn de R_c -waarden en oppervlakten van belang.

- de warmteweerstand van dichte geveldelen wordt in de EPC-berekening ingevoerd als R_c -waarde [m^2K/W]. Het EPN-programma rekent deze waarde, rekening houdend met de juiste overgangswaarden, om naar een U-waarde. 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;
- ga bij gebouwen met een kruipruimte na of de hoogte van de kruipruimte juist is ingevoerd (h_{kr}).

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

De spouwmuur wordt voorzien van minerale wol.



brengen. In utiliteitsbouwberekeningen zal vrijwel altijd gebruik worden gemaakt van de forfaitaire methode omdat er nog geen gegevens van voorbeeld-details beschikbaar zijn.

- controleer bij gebruik van de **forfaitaire methode** de volgende gegevens:
 - de omtrek (perimeter) van de begane grondvloer P [m];
- 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.).

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

indicatie relatie R_c -waarde en isolatiedikte (minerale wol)	
dikte isolatie [mm]	R_c -waarde [m^2K/W]
ca. 80	2.5
ca. 100	3.0
ca. 120	3.5
ca. 140	4.0

h_{kr} : Alleen van belang bij vloeren boven een kruipruimte

Dichte delen

BOUWKUNDIGE GEGEVENS - TRANSMISSIE							
Definitie scheidingsconstructies sector: A.1 - Kantoor							
constructie	orientatie	constructiedeel	A [m^2]	Hkr [m]	R_c [m^2K/W]	U [W/m^2K]	
begane grondvloer	kruipruimte	begane grondvloer	829,4	0,8	3,00	0,12	
			dak		829,4	3,00	0,32
noordgevel	buitenlucht, N	dicht noord	522,2		3,00	0,32	
		raam noord	289,9			1,80	0,60
		deur noord	4,0			3,40	0,00
		raam oost	72,5			1,80	0,60
oostgevel	buitenlucht, O	dicht oost	130,6		3,00	0,32	
		raam oost	72,5			1,80	0,60

Belangrijk!
Controleer deze waarde. Als een te kleine P wordt ingevoerd, levert dit een te gunstige EPC-waarde.

Lineaire koudebruggen

BOUWKUNDIGE GEGEVENS - LINEAIRE KOUDEBRUGGEN			
Er is gerekend volgens de forfaitaire methode m.b.t. de koudebruggen. Bij de forfaitaire methode wordt een correctie op de U-waarde toegepast.			
Definitie lineaire koudebruggen sector: A.1 - Kantoor			
constructie	begrenzing	koudebrug	P [m]
begane grondvloer	kruipruimte	gevel oplegging bg	142,40

Lineaire koudebruggen kunnen forfaitair of met de uitgebreide methode berekend worden. In de berekening staat aangegeven welke methode is gebruikt.

4.3.2. warmteweerstand transparante geveldelen

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);
- warmteverlies via de aansluitingen (koudebruggen).

In deze paragraaf wordt het warmteverlies via de transparante delen besproken. In paragraaf 4.3.1 wordt aandacht besteed aan het warmteverlies via de dichte delen en de lineaire koudebruggen. Voor een uitgebreide behandeling van deze onderwerpen wordt verwezen naar hoofdstuk 10 en 11.1 van de NPR 2917.

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 EPN (forfaitair) kunnen worden gehanteerd.

U_w : rekenwaarden in het kader van EPN (glas + kozijn)

type glas	U_{gl} [W/m^2K]	Hout of kunststof kozijn met $U_{fr} = 2.4$ [W/m^2K]	metalen kozijn met thermische onderbreking met $U_{fr} = 3.8$ [W/m^2K]	metalen kozijn zonder thermische onderbreking met $U_{fr} = 7.0$ [W/m^2K]
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

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/m^2K]. 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

Vaak kan op de afstandhouder tussen twee ruiten de naam van de glassoort en het type glas worden afgelezen.



HR⁺⁺-beglazing de U -waarde van het raam 1.8 W/m², en de U -waarde van het glas 1.2 W/m²! De (negatieve) invloed van het kozijn is dus aanzienlijk.

Warmteweerstand transparante velden

Voor transparante delen (ramen, deuren en panelen) worden in de EPC-berekening, de warmtedoorgangscoefficiënt U [W/m²K], de zon-toetredingsfactor (ZTA), 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_{fz}) en de gekozen glassoort (U_{gl}). De U_w -waarde kan uit de 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.

Aandachtspunten

- 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 op de bouw of de toegepaste glassoort en kozijn stroken met de gegevens uit EPC-berekening;
- 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 tabel met richtgetallen;
- controleer belemmeringen en/of overstekken. In een utiliteitsbouw-berekening mag de indiener kiezen welke methode wordt gebruikt:
 - de uitgebreide woningbouwmethode waarbij zowel de belemmeringen als de overstekken in rekening moeten worden gebracht. Invoergegevens zijn dan de belemmeringshoeken of hoogten van zowel de overstekken als de belemmeringen;
 - de vereenvoudigde utiliteitsbouwmethode waarbij alleen de overstekken in rekening worden gebracht (ook als er wel belemmeringen aanwezig zijn!!). Invoergegeven is dan de r -waarde: $r = 1$ komt overeen met een raam zonder overstek, $r = 0$ komt overeen met een raam waarop geen zonlicht naar binnen valt als gevolg van het overstek;
- in de meeste gevallen zal zijn gekozen voor de eenvoudige methode.

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

BOUWKUNDIGE GEGEVENS - TRANSMISSIE									
Definitie scheidingsconstructies sector: A.1 - Kantoor									
constructie	orientatie	constructiedeel	A [m ²]	Hkr [m]	Rc [m ² K/W]	U [W/m ² K]	ZTA [-]	r [-]	zonwering
noordgevel	buitenlucht, N	dicht noord	522,2		3,00	0,32			
		raam noord	289,9			1,80	0,60	1,00	geen/overig
		deur noord	4,0			3,40	0,00	1,00	geen/overig
oostgevel	buitenlucht, O	dicht oost	130,6		3,00	0,32			
		raam oost	72,5			1,80	0,60	1,00	geen/overig
		deur oost	289,9			1,80	0,60	1,00	auto,buiten
zuidgevel	buitenlucht, Z	dicht zuid	522,2		3,00	0,32			
		raam zuid	289,9			1,80	0,60	1,00	auto,buiten
		deur zuid	130,6		3,00	0,32			
westgevel	buitenlucht, W	dicht west	130,6		3,00	0,32			
		raam west	72,5			1,80	0,60	1,00	auto,buiten

richtgetallen warmtedoorgangscoefficiënt van deuren		
type deur	voorwaarde	U_d [W/m ² K]
dichte deur	geen lichtdoorlaat	3.4
thermisch isolerende dichte deur	≥ 65% A_{deur} is geïsoleerd *)	2.0
deur splitsen in deur en raam	< 65% A_{deur} is transparant	U_d én U_w
deur invoeren als raam	≥ 65% A_{deur} is transparant	U_w

*) technische informatie kan hierover uitsluitel geven

gebruikelijke ZTA-waarden	
glastype	ZTA
warmtereflecterend, niet zonwerend dubbel glas	0.70
warmtereflecterend, niet zonwerend HR-glas	0.60
zonwerend glas	≤ 0.35
dichte panelen/deuren	0

bouwkundige elementen

4.3.3. infiltratie

Beschrijving

De luchtdoorlatendheid (ook wel luchtdichtheid genoemd) van een gebouw wordt bepaald door de naden en kieren in de gebouwschil (gevels, dak, begane grondvloer). Zij hangt af van:

- **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 door gaans met behulp van rubber- of EPDM-profielen. Bij deuren kan de kierdichting verbeterd worden door het toepassen van een tochtsluis of een tourniquet;
- **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;

Bij gebouwen met natuurlijke toevoer (roosters) zal de infiltratie hoger zijn dan bij gebouwen met mechanische toe- en afvoer.



Bij een raampartij zijn zowel naden als kieren aanwezig.

De achtergrond voor dit verschil is dat bij gebouwen waarin een gebalanceerd ventilatiesysteem (mechanische toe- en afvoer) aanwezig is van een betere kier- en naaddichting voorzien moeten zijn omdat het ventilatiesysteem anders niet naar behoren werkt: er wordt dan te veel 'valse' lucht aangezogen.

Naast de mate van afwerking heeft de hoogte van een gebouw ook invloed op de hoeveelheid lucht die ongecontroleerd binnenkomt. De gemiddelde winddruk op de gevel van een hoog gebouw is hoger dan die op een laag gebouw. Uitgaande van een zelfde kier- en naaddichting zal bij een hoog gebouw de infiltratie dus hoger zijn dan bij een lager gebouw.

$q_{v,10;kar}$ -waarde

In de energieprestatienorm wordt de luchtdoorlatendheid van utiliteitsgebouwen aangegeven als de karakteristieke luchtdoorlatendheid per m², ofwel $q_{v,10;kar}/m^2$ [dm³/sm²]. Hoe lager deze waarde, des te beter zijn naden en kieren gedicht en des te kleiner zijn de verliezen.

De maximale luchtdoorlatendheid volgens het Bouwbesluit is 200 dm³/s per 500 m³ gebouwinhoud.

Door de Rijksgebouwendienst is onderzocht dat kantoorgebouwen met een dubbele naad- en kierdichting en massieve constructies in de gevel een veel hogere luchtdichtheid kan worden bereikt, namelijk 200 dm³/s per 3000 m³ gebouwinhoud. Deze richtwaarde wordt algemeen geaccepteerd. Vertaald naar een $q_{v,10;kar}$ -waarde levert deze Rijksgebouwendienst richtlijn een $q_{v,10;kar}$ van ca. 0.18 dm³/sm² (uitgaande van een gebouw met een oppervlakte groter dan ca. 1100 m² en een verdiepingshoogte van 2.7 m). De Bouwbesluit-eis levert een $q_{v,10;kar}$ van circa 1.08 [dm³/sm²] (voor gebouwen met een oppervlakte groter dan 185 m², en een verdiepingshoogte 2.7 m).

In de norm is ook een methode opgenomen waarmee de luchtdoorlatendheid bepaald kan worden aan de hand van kenmerken van de uitwendige scheidingsconstructie. De infiltratie wordt bepaald op basis van de naadlengte, kierlengte, kierklasse, het ventilatiesysteem, de gebouwhoogte en het aantal en type deuren (zie kader).

De bepaling en toetsing van de $q_{v,10}$ -waarde in het kader van de bouwaanvraag is een lastige aangelegenheid. Het probleem wordt gevormd doordat de $q_{v,10}$ -waarde pas bij de voltooiing van het gebouw kan worden bepaald en er bij de EPC-berekening al wel een waarde moet worden ingevuld.

Hoogte van het gebouw

In de energieprestatieberekening worden drie klassen van hoogten van een gebouw gehanteerd. Gebouwen met een hoogte van 0 tot 10 meter, een hoogte van 10 tot en met 20 meter en een hoogte vanaf 20 meter. Onder de hoogte wordt in deze situatie verstaan de hoogte van de hoogst gelegen verdiepingvloer waarop verblijfsgebied is gelegen.

Aandachtspunten

- controleer op de bouw hoe naad- en kierdichting bij verschillende details zijn uitgevoerd. Bij twijfel kunnen infrarood-opnames worden gemaakt;
- controleer de detailtekeningen met name wanneer sprake is van zeer lage $q_{v,10;kar}$ -waarden;
- controleer of voldaan wordt aan de eis uit het Bouwbesluit: maximale infiltratie bedraagt 200 dm³/s per 500 m³ gebouwinhoud;
- controleer per energiesector of de hoogte van de hoogste verdiepingvloer juist is aangegeven. Het is toegestaan om een gebouw in meerdere energiesectoren in te delen: niet iedere energiesector hoeft dan dezelfde hoogte h te hebben;
- controleer wanneer uitgegaan is van de kenmerken van de uitwendige scheidingsconstructie, de naadlengte, kierlengte, kierklasse, gebouwhoogte en het aantal en type deuren (zie kader).

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

uitgangspunt	luchtdoorlatendheid	$q_{v,10;kar}/m^2$ [dm ³ /sm ²] netto verdiepingshoogte 2.7 m
eis Bouwbesluit	200 dm ³ /s per 500 m ³ gebouwinhoud	1.08
richtlijn Rijksgebouwendienst*)	200 dm ³ /s per 3000 m ³ gebouwinhoud	0.18 – 0.20

*) voor kantoorgebouwen met zware bouwconstructie en dubbele kier- en naaddichting

Karakteristieke luchtdoorlatendheid

BOUWKUNDIGE GEGEVENS - INFILTRATIE			
Energiesector	$q_{v,10;kar}$ [dm ³ /s]	$q_{v,10;kar}/m^2$ [dm ³ /sm ²]	gebouwhoogte
A1	146,9	0,180	klasse 1 [<=10m]

naadlengte	gebouwhoogte klasse	hoogste verdiepingvloer met verblijfsgebied op
naadlengte > 2m/m ²	klasse 1	0 tot 10 [m]
naadlengte < 2m/m ²	klasse 2	10 t/m 20 [m]
	klasse 3	boven 20 [m]

Kenmerken uitwendige scheidingsconstructie

BOUWKUNDIGE GEGEVENS - INFILTRATIE						
Energiesector	Naadlengte	Lengteklasse	Kierklasse	Gebouwhoogte	Aantal deuren met tochtsluis	Aantal deuren zonder tochtsluis
Geheel gebouw	<=2 m/m ²	0,05 - 0,5 m/m ²	C	klasse 1 [<=10m]	2	0

lengteklasse kieren	gevels	kierklasse
lengteklasse kieren < 0.05 m/m ²	gevels zonder te openen delen	afhankelijk van toetsingsdruk
lengteklasse kieren 0.05 - 0.5 m/m ²	gebouwen met één te openen deel per standaard vertrek of module	A t/m D, meest voorkomend C
lengteklasse kieren > 0.5 m/m ²	bij meer dan één te openen deel per standaard vertrek of module	

een tourniquet en draaideur worden beschouwd als deur met tochtsluis

4.3.4. passieve zonne-energie

Beschrijving

Bij passieve zonne-energie wordt zonnewarmte direct gebruikt om een gebouw op te warmen. De oriëntatie van het gebouw is daarbij van groot belang, evenals de grootte en hellingshoek van de ramen, ZTA-waarden van het glas en beschaduwing.

Bij utiliteitsbouw moet de warmteopbrengst ten gevolge van passieve zonne-energie altijd in relatie worden gezien tot de koelbehoefte in de zomer. In de zomerperiode is de zonnewarmte die via de ramen naar binnenkomt veelal ongewenst, met name in gebouwen met koeling. Wanneer in de zomer geen maatregelen worden getroffen om de zonnewarmte buiten te houden, neemt in deze gebouwen het energiegebruik voor koeling enorm toe. Naast de externe warmtelast (door de zon) speelt in veel utiliteitsgebouwen ook de interne warmtelast een aanzienlijk rol. Denk hierbij bijvoorbeeld aan computerapparatuur en verlichting.



's Winters kan passieve zonne-energie direct worden gebruikt om het gebouw op te warmen.

Dit levert een behoorlijke besparing op de verwarmingsenergie. In de winterperiode is het binnenlaten van de zonnewarmte dus veelal gewenst. Door het aanbrengen van een goede buitenzonwering kan zowel in de zomerperiode als de winterperiode aan de wensen tegemoet worden gekomen. Naast de interne en externe warmtelast hebben de hoeveelheid ventilatie en de gebouwmassa een relatief grote invloed op de koelbehoefte (zie ook paragraaf 4.3.5) en uiteindelijk de EPC.

Met het computerprogramma EP Varianten (zie www.senternovem.nl/e pn) kan met behulp van een behaaglijkheidstoets gekeken worden op welke wijze een goed binnenklimaat gecombineerd kan worden met een goede EPC.

Aandachtspunten

- controleer de oriëntatie van het gebouw, de grootte en hellingshoek van de ramen;
- de oriëntatie is ook van belang voor de dichte delen, hier komt ook zonnewarmte door naar binnen. Alle dichte delen optellen en bij één oriëntatie zetten is dus niet toegestaan;

- controleer overstekken en belemmeringen (zie paragraaf 4.3.2);
- controleer de ZTA-waarden;
- controleer het type zonwering.

Binnenzonwering moet in de energieprestatieberekening als 'geen zonwering' worden aangemerkt. Voor buitenzonwering wordt een onderscheid gemaakt tussen handbediende zonwering en automatisch schakelende zonwering.

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

gebruikelijke ZTA-waarden	
glastype	ZTA
warmtereflecterend, niet zonwerend dubbel glas	0.70
warmtereflecterend, niet zonwerend HR-glas	0.60
zonwerend glas	≤ 0.35

BOUWKUNDIGE GEGEVENS - TRANSMISSIE										
Definitie scheidingsconstructies sector: A.1 - Kantoor										
constructie	orientatie	constructiedeel	A [m ²]	Hkr [m]	Rc [m ² K/W]	U [W/m ² K]	ZTA [-]	r [-]	zonwering	
noordgevel	buitenlucht, N	dicht noord	522,2		3,00	0,32				
		raam noord	289,9				1,80	0,60	1,00	geen/overig
		deur noord	4,0				3,40	0,00	1,00	geen/overig
oostgevel	buitenlucht, O	dicht oost	130,6		3,00	0,32				
		raam oost	72,5				1,80	0,60	1,00	geen/overig
zuidgevel	buitenlucht, Z	dicht zuid	522,2		3,00	0,32				
		raam zuid	289,9				1,80	0,60	1,00	auto,buiten
westgevel	buitenlucht, W	dicht west	130,6		3,00	0,32				
		raam west	72,5				1,80	0,60	1,00	auto,buiten

Om oververhitting in de zomer te voorkomen is vaste zonwering toegepast.

4.3.5. passieve koeling

Beschrijving

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 gebouwmassa in de zomerperiode worden gebruikt voor passieve koeling. In de nachtperiode wordt dan het ventilatiesysteem ingeschakeld 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.

De hoeveelheid werkzame massa 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.

Betonkernactivering is een relatief nieuwe methode waarbij onder andere gebruik wordt gemaakt van de massa van de vloerconstructie (zie paragraaf 4.4.7.1). Betonkernactivering is niet echt een voorbeeld van passieve koeling, maar heeft er wel een duidelijke relatie mee. In de EPC-rekenmethode wordt dit systeem (nog) niet gewaardeerd.

Uiteraard werkt het principe van passieve koeling alleen goed wanneer overdag ook maatregelen worden getroffen om de zon zo veel mogelijk buiten te houden door middel van zonwering (zie paragraaf 4.3.4). Daarnaast kan de koelbehoefte worden verminderd door in de zomer gebruik te maken van aanvullende natuurlijke ventilatie, via te openen ramen of ventilatioosters. Let wel dat bij een ventilatiesysteem met mechanische toevoer het niet is logisch om gebruik te maken van ventilatioosters als aanvullende natuurlijke ventilatie, te openen ramen zijn hier meer op zijn plaats.

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

type vloerconstructie	massa [kg/m ²]	type plafond
licht (hout)	< 100	gesloten
middel (kanaalplaat)	100 - 400	geen / open
zwaar (massief)	≥ 400	

BOUWKUNDIGE GEGEVENS - THERMISCHE CAPACITEIT		
energiesector A.1	massa vloerconstructie ≥ 400 kg/m ²	type plafond gesloten

Aandachtspunten

- 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 pla-

fond (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.



De bouwmassa van dit gebouw zorgt voor passieve koeling.

4.4. Installaties

4.4.1. installatieconcepten

Een efficiënt installatieconcept kan veel energie besparen. Het bestaat uit de meest optimale combinatie van ventileren, verwarmen en/of koelen en verlichten. Het bepaalt ook in belangrijke mate welke (combinaties van) energiebesparende technieken mogelijk zijn.

Er zijn meerdere mogelijkheden om de verschillende installatieconcepten in categorieën in te delen. De indeling die hier gegeven wordt past het beste bij de energieprestatieberekeningsmethodiek.

De indeling is als volgt opgebouwd. Allereerst wordt een onderscheid gemaakt naar het type ventilatiesysteem, vervolgens wordt gekeken op welke wijze de warmte en koude in het gebouw kan worden getransporteerd. Dit levert het volgende overzicht:

ventilatiesysteem			
toevoer	afvoer	verwarming door middel van	koeling door middel van
natuurlijk	natuurlijk	water	geen koeling water
natuurlijk	mechanisch	water	geen koeling water
mechanisch	natuurlijk	water water en lucht lucht	geen koeling water water en lucht lucht
mechanisch	mechanisch	water water en lucht lucht	geen koeling water water en lucht lucht

In het onderstaande overzicht is sprake van verwarming of koeling door middel van water als de warmte of koude in de vertrekken zelf door middel van water wordt afgegeven. Voorbeelden hiervan zijn radiatoren, koelplafonds of een (na)verwarmer of (na)koeler in het ventilatiekanaal vlak bij het vertrek.

Over verwarming of koeling door middel van lucht spreekt men wanneer de centraal ingeblazen lucht in een centrale luchtbehandelingskast verwarmd respectievelijk gekoeld wordt. Bij systemen met een natuurlijke toevoercomponent kan dus geen sprake zijn van verwarming of koeling door middel van lucht. Dit is alleen mogelijk bij systemen met een mechanische toevoercomponent.

Opgemerkt wordt dat in de huidige bouwpraktijk ventilatiesystemen met een natuurlijk toevoer en ventilatiesystemen met mechanische toevoer en natuurlijke afvoer vrijwel nooit worden toegepast. Ook is het toepassen van koeling in gebouwen met een natuurlijke toevoer niet gebruikelijk.

In de meeste gebouwen wordt gebruik gemaakt van mechanische toe- en afvoer met verwarming door middel van water en lucht. Wanneer in deze gebouwen ook koeling aanwezig is, wordt dit veelal door middel van lucht getransporteerd.

Naast het onderscheid in type transportmedium (water / lucht) speelt ook het temperatuurniveau van het transportmedium nog een belangrijke rol. Dit geldt zowel voor verwarming als voor koeling. Het bekendst is het fenomeen bij verwarming, de zogenoemde lage temperatuur verwarming. Bij lage temperatuur verwarmingssystemen kan een onderverdeling worden gemaakt in drie temperatuurniveaus (zie ook ISSO-publicatie 50). Dit onderscheid wordt in EPC-berekeningen niet bij alle installaties gemaakt. De aanvoertemperatuur van bijvoorbeeld een CV-ketel kent alleen de begrippen '> 55°C' of '≤ 55°C'. Bij een warmtepomp kan de aanvoertemperatuur van een lage temperatuursysteem in drie niveaus worden aangegeven: ≤ 35°C, 35-45°C en 45-55°C.

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. In de energieprestatieberekening kan deze hoge temperatuurkoeling echter niet worden gewaardeerd omdat er geen eenduidige meetvoorschriften zijn. Een beroep op gelijkwaardigheid is hier dus niet mogelijk.

4.4.2 rendementen installaties

In de EPC-berekening worden rendementen ingevoerd van toestellen (opwekkingsrendementen) en systemen (systeemrendementen).

Opwekkingsrendementen

Verwarming

De opwekkingsrendementen van verwarmings- en koeltoestellen worden bepaald door het type toestel (of een combinatie van toestellen) en de temperatuur van het medium (water/lucht) dat het toestel verlaat. Bij de omschrijving van toestellen en systemen wordt hierop verder ingegaan. Bij een combinatie van meerdere verschillende (!) toestellen wordt een gewogen gemiddelde berekend. Zowel voor één toestel als voor een combinatie is het altijd mogelijk gebruik te maken van forfaitaire waarden. Bij verwarmingstoestellen is het ook mogelijk opwekkingsrendementen over te nemen uit een gelijkwaardigheids- of een kwaliteitsverklaring. In die gevallen moeten de opwekkingsrendementen voor verwarmingstoestellen naar beneden worden afgerond op een veelvoud van 0.025. Aandachtspunten:

- wanneer meerdere verschillende verwarmingstoestellen worden gebruikt is de verhouding van de vermogens van het preferente en het niet-preferente toestel van belang. Het preferente toestel is het toestel dat het eerste wordt aangesproken en (meestal) naar verhouding het meeste vermogen levert. Ga na of de vermogens juist zijn ingevoerd;
- bij het gebruik van een rendement uit een gelijkwaardigheids- of een kwaliteitsverklaring moet de indiener de verklaring altijd bij de berekening voegen;
- ga op de bouw na of daadwerkelijk het toestel dat in de berekening is opgegeven, is toegepast. Dit is met name van belang bij het gebruik van een gelijkwaardigheids- of een kwaliteitsverklaring.

Koeling

Bij koeltoestellen kunnen alleen de forfaitaire waarden worden gebruikt. Doordat er geen eenduidige meetvoorschriften zijn voor het bepalen van de rendementen, is het gebruik

van gelijkwaardigheids- of kwaliteitsverklaringen hier niet mogelijk.

Aandachtspunten:

- wanneer meerdere verschillende koeltoestellen worden gebruikt is de verhouding van de vermogens van het preferente en het niet-preferente toestel van belang. Het preferente toestel is het toestel dat het eerste wordt aangesproken en (meestal) naar verhouding het meeste vermogen levert. Ga na of de vermogens juist zijn ingevoerd.

Warmtapwater

De bepaling van het opwekkingsrendement van het tapwaterverwarmingstoestel gebeurt bij utiliteitsbouw anders dan bij woningbouw. Bij utiliteitsbouw wordt het opwekkingsrendement per energiesector bepaald door het toestel waarop de meeste tapwaterpunten zijn aangesloten. Dit verschil in benaderingswijze wordt veroorzaakt door het feit dat bij de meeste utiliteitsgebouwen het energiegebruik voor de verwarming van het warmtapwater relatief laag is. Bij woningbouw maakt het energiegebruik voor de verwarming van het tapwater een aanzienlijk deel uit van het totale energiegebruik, en is de berekeningsmethodiek dan ook uitgebreider. Ook bij warmwatertoestellen is mogelijk ofwel gebruik te maken van forfaitaire waarden, ofwel de opwekkingsrendementen uit een kwaliteits- of een gelijkwaardigheidsverklaring over te nemen. Ook dan moet naar beneden worden afgerond op een veelvoud van 0.025.

Aandachtspunten:

- bij het gebruik van een rendement uit een gelijkwaardigheids- of een kwaliteitsverklaring moet de indiener de verklaring altijd bij de berekening voegen;
- ga op de bouw na of daadwerkelijk het toestel dat in de berekening is opgegeven,

4.4 installaties

is toegepast. Dit is met name van belang bij het gebruik van een gelijkwaardigheids- of een kwaliteitsverklaring.

Systeemrendementen

Verwarming en koeling

Het systeemrendement van ruimteverwarming/ - koeling ($\eta_{\text{sys;verw}}$ en $\eta_{\text{sys;koel}}$) wordt bepaald door de wijze waarop de warmte/ koude binnen en buiten het gebouw wordt gedistribueerd. Het type transportmedium en de aanwezigheid van een individuele regeling voor verwarming zijn van invloed op het systeemrendement binnen het gebouw. Voor het transport van de warmte/ koude wordt een onderscheid gemaakt naar water, water en lucht, lucht of een lokaal systeem.

Van een systeemrendement buiten het gebouw is alleen sprake bij gebouwgebonden warmtelevering op afstand (zie ook paragraaf 4.4.3.4).

INDELING GEBOUW - KLIMATISERINGSSYSTEMEN						
klim. syst.	omschrijving	ventilatielucht		transportmedium		indiv. regeling
		toevoer	afvoer	warmte	koeling	
A	mech.vent: topkoeling	mechanisch	mechnisch	water/lucht	lucht	ja

Bij de controle is het van belang na te gaan of de indiener de juiste transportmedia heeft aangegeven. Het foutief invoeren van de transportmedia kan tot aanzienlijke afwijkingen leiden.

Warmtapwater

Het systeemrendement van warmtapwaterinstallaties ($\eta_{\text{sys;tap}}$) wordt bepaald door de afstand tussen het opwekkingstoestel en de tappunten, de aanwezigheid van een afleverset en de distributieverliezen buiten het gebouw. Hoe dichter het opwekkingstoestel zich bij de tappunten bevindt hoe hoger het systeemrendement. Een afleverset is een warmtewisselaar waarmee de warmte van het warmteditributienet wordt gebruikt voor het verwarmen van het warmtapwater. Een afleverset is ongunstig voor het systeemrendement. Van distributieverliezen buiten het gebouw is alleen sprake bij gebouwgebonden warmtelevering op afstand (zie paragraaf 4.4.3.5).

Het systeemrendement wordt bepaald voor het systeem waarop de meeste tappunten zijn aangesloten.

forfaitaire leidinglengtes en leiding- circulatierendement			
leidinglengte opwekkingstoestel	[m]	rendement	
alle tappunten	≤ 3	$\eta_{\text{leid;tap} + \text{circ;tap}}$	1.0
één of meer tappunten	> 3	$\eta_{\text{leid;tap} + \text{circ;tap}}$	0.8
circulatieleiding		$\eta_{\text{leid;tap} + \text{circ;tap}}$	0.6

4.4.3. verwarming

4.4.3.1. warmte-afgiftesystemen

Beschrijving

Bij het onderscheid naar verschillende warmte-afgiftesystemen 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: 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 aanvoertemperatuur, dat is de temperatuur van het medium dat het verwarmingstoestel verlaat, van het verwarmingssysteem. 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 (zie ook paragraaf 4.4.3.2 en 4.4.3.6).



Bij dit lage temperatuur verwarmingssysteem wordt de warmte via leidingen in de vloer (vloerverwarming) gedistribueerd.

verwarmingssysteem		opwekkingstoestel *)	
		HR-ketel	warmtepomp
HTV	hoge temperatuur	$T_{\text{aanv}} > 55^\circ\text{C}$	
LTV	middelhoge temperatuur	$T_{\text{aanv}} \leq 55^\circ\text{C}$	$45 < T_{\text{aanv}} \leq 55^\circ\text{C}$
	lage temperatuur		$35 < T_{\text{aanv}} \leq 45^\circ\text{C}$
	zeer lage temperatuur		$T_{\text{aanv}} \leq 35^\circ\text{C}$

*) zie voor overige toestellen NEN 2916, tabel 20

Lage temperatuur verwarming is ten opzichte van hoge temperatuur 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 beide 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.

4.4. installaties
4.4.3. verwarming

Aandachtspunten

- 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 of de gekozen verwarmingslichamen passen bij de aanvoertemperatuur. Als een toestel met een lage aanvoertemperatuur wordt toegepast (< 55°C) en er zijn radiatoren toegepast, controleer dan in het bestek en op de bouwplaats of dit vergrote radiatoren zijn;
- er is sprake van een individuele regeling op verwarming als de gebruikers van het pand op vertrekniveau het klimaat kunnen beïnvloeden.

Rendement

Het type warmte-afgiftesysteem bepaalt het systeemrendement voor verwarming. Het type warmteafgifte bepaalt het systeemrendement voor verwarming binnen het gebouw. Dit systeemrendement is een maat voor de energieverstopping die optreedt door het tegelijkertijd verwarmen en koelen en de optredende energieverliezen door warmte- en koudetransport binnen een gebouw. Systeemrendementen zijn dus afhankelijk van het type warmte- en / of koudetransport en de aanwezigheid van een individuele regeling voor verwarming. De aanvoertemperatuur (T_{aanv}) heeft in de EPC-berekening geen gevolgen voor het systeemrendement. Op de hoogte van het opwekkingsrendement van het verwarmingstoestel heeft de aanvoertemperatuur in sommige situaties echter wel effect. Voor HR-ketels en warmtepompen geldt: hoe lager de temperatuur van het water dat het opwekkingstoestel verlaat (T_{aanv}), des te hoger is het opwekkingsrendement (zie ook de paragrafen 4.4.3.2 en 4.4.3.6).

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.



Bij dit lage temperatuurverwarmingssysteem wordt de warmte via klimaatplafonds gedistribueerd.

INDELING GEBOUW - KLIMATISERINGSSYSTEMEN						
klim. syst.	omschrijving	ventilatielucht		transportmedium		indiv. regeling
		toevoer	afvoer	warmte	koeling	
A	mech.vent: topkoeling	mechanisch	mechnisch	water/lucht	lucht	ja

4.4.3.2. CV-ketel

Beschrijving

Bij centrale verwarming verwarmt een gasgestookte ketel, de CV-ketel, water of lucht ten behoeve van ruimteverwarming. CV-ketels kunnen enkelvoudig, dan wel geschakeld worden toegepast (meerdere ketels). Dit laatste wordt meestal gedaan ter vergroting van de bedrijfszekerheid. Er zijn gesloten toestellen, waarbij lucht door middel van een ventilator via een kanaal van buiten het gebouw mechanisch wordt aangezogen, en open toestellen. Bij deze open toestellen, ook wel atmosferische toestellen genoemd, wordt de verbrandingslucht aangezogen uit de ruimte waar het toestel staat. Vrijwel alle ketels zijn tegenwoordig gesloten toestellen. Het voordeel van het toepassen van een gesloten toestel is dat er gaszijdig geen opening is naar de opstellingsruimte. Dit heeft als voordeel dat er geen verbrandingsgassen in de opstellingsruimte kunnen stromen en koolmonoxidevergiftiging nagenoeg is uitgesloten. De meeste moderne ketels zijn traploos modulerend, dat wil zeggen dat de warmteafgifte van de ketel wordt afgestemd op de warmtevraag waardoor een hoger gebruikrendement wordt gerealiseerd. Een andere methode om het rendement van een ketel te verhogen is door een tweede warmtewisselaar aan te brengen waarin de waterdamp uit

de hete verbrandingsgassen condenseert. Hierdoor wordt meer warmte uit het gas gehaald. Een ketel die voorzien is van een dergelijke tweede warmtewisselaar wordt een HR-ketel genoemd. Ook het toepassen van lage aanvoertemperaturen (dat is de temperatuur van het water dat de ketel verlaat) heeft een gunstig effect op het rendement.

CV-ketels kunnen water of lucht verwarmen. Bij waterverwarming wordt met behulp van een circulatiepomp water naar de te verwarmen ruimten of de luchtbehandelingskast gepompt. Via radiatoren, convectoren, wanden/of vloerverwarming wordt de warmte afgegeven. Een CV-ketel die lucht direct verwarmd heet een 'direct gestookte luchtverwarmer'. Wanneer in een ketel tevens tapwater wordt verwarmd is er sprake van een combi-ketel (zie paragraaf 4.4.5.2). Een zonneboilercombi is een bijzondere variant hierop (zie paragraaf 4.4.5.7). Deze twee systemen worden in utiliteitsgebouwen minder vaak toegepast.

Aandachtspunten

- 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.



Verwarming wordt hier geregeld met drie in cascade opgestelde CV-ketels.

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	HR _{ww}	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 . Dit label is met name voor woningbouw van belang.
CO-/NO _x -arme ketel	SV	Schonere Verbranding: uitstoot CO ≤ 160 ppm (alle toestellen) uitstoot NO _x ≤ 40 ppm voor toestellen ≤ 31.5 kW uitstoot NO _x ≤ 60 ppm voor toestellen van 31.5-600 kW
zonneboiler(combi)	NZ	Naverwarming Zonneboilers; het toestel is geschikt als naverwarmer bij een zonneboiler; warmwatertemperatuur $\geq 60^\circ\text{C}$

4.4. installaties

4.4.3. verwarming

- 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 overeen met 0,9 x het rendement op onderwaarde;
- bij open verwarmingstoestellen moeten de opstelruimte van de CV-ketel voldoende worden geventileerd.

Relaties met andere installaties

Een CV-ketel kan alleen of in combinatie met vrijwel ieder ander toestel voor verwarming worden gebruikt, bijvoorbeeld een andere CV-ketel of een warmtepomp. Combinatie met externe warmtelevering ligt niet voor de hand in verband met het ontbreken van een gasaansluiting bij dergelijke systemen.

In een combiketel wordt de opwekking voor verwarming en warmtapwater gecombineerd (zie paragraaf 4.4.5.2).

Voor koeling behoort een combinatie met een compressiekoelmachine of koudeopslag tot de mogelijkheden.

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

forfaitaire opwekkingsrendementen	levert warmte aan $A_g < 500 \text{ m}^2$		levert warmte aan $A_g \geq 500 \text{ m}^2$	
	$T_{aanv} < 55^\circ\text{C}$	$T_{aanv} \geq 55^\circ\text{C}$	$T_{aanv} < 55^\circ\text{C}$	$T_{aanv} \geq 55^\circ\text{C}$
type ketel				
conventioneel	0.75	0.75	0.70	0.70
VR-ketel	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

INSTALLATIE W - VERWARMING EN HULPENERGIE

Verwarmingssysteem 1 - Systeem 1		
verwarmingstoestel	type toestel	: HR-ketel
	type HR-ketel	: HR-107 ketel
	temperatuurniveau	: $T_{aanv} \geq 55^\circ\text{C}$
installatiekenmerken	opwekkingsrendement Nopw;ver	: 0,900 [-]
hulpenergie	aantal ketels-cv/luchtverwarmers met waakvlam	: 0
aangewezen sectoren	A.1 - Kantoor	

4.4.3.3. gebouwgebonden warmtekracht

Beschrijving

In een warmtekrachtinstallatie (warmtekrachtkoppeling of warmtekrachtcentrale, verder WK) wordt gas verbrand waardoor een motor of turbine wordt aangedreven die elektriciteit opgewekt 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 4.4.7.2). 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.

In utiliteitsgebouw komt men WK voornamelijk tegen in gebouwen waar de elektriciteitsvraag hoog is. Te denken valt aan ziekenhuizen. Deze gebouwen voorzien met behulp van de WK 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 WK aangezet moet worden voor het leveren van warmte, wordt de WK 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).

Aandachtspunten

- Er moet een onderscheid gemaakt worden tussen gebouwgebonden warmtekracht en externe warmtelevering. Controleer of de invoer in de berekening klopt met de daadwerkelijke situatie:
 - bij gebouwgebonden warmtekracht wordt de warmtelevering beperkt tot levering aan alleen het gebouw op het eigen perceel en worden altijd hulptoestellen ('niet preferent') gebruikt.
 - in alle andere gevallen is sprake van externe warmtelevering.
- Daarnaast kan gebouwgebonden warmtekracht ook voorkomen in de vorm van gebouwgebonden warmtelevering op afstand. Bij warmtelevering op afstand is de warmtelevering beperkt tot gebouwen op het eigen perceel. Kenmerk is dat de afnemers van de geproduceerde warmte eenduidige benoembaar en aanwijsbaar zijn. Wanneer de gebouwgebonden warmtekrachtinstallatie gebruikt wordt voor verwarming van meerdere gebouwen is sprake van gebouwgebonden warmtekracht in de vorm van gebouwgebonden warmtelevering op afstand, dit kan bijvoorbeeld het geval zijn bij een ziekenhuis, bestaande uit meerdere gebouwen.
- in de EPC-rekenmethode kan gebouwgebonden WK alleen worden toegepast wanneer er bij het onderdeel verwarming sprake is van 'meerdere toestellen'. Bij de detaillering van de toestellen zal in de meeste gevallen worden aangegeven dat het 'preferente toestel'

de WK, en het 'niet-preferente toestel' bijvoorbeeld een VR- of HR-ketel is;

- controleer of de thermische (!) vermogens van zowel het preferente toestel als het niet-preferente toestel zijn ingevoerd. Let op: het thermische vermogen is niet gelijk aan het elektrische vermogen! Uit de specificaties van de WK moet blijken wat het thermische en het elektrische vermogen is;
- ga na of in de EPC-berekening de juiste WK is geselecteerd. De installaties worden in verschillende categorieën ingedeeld, afhankelijk van de categorie verschilt het elektrische en het thermische rendement (zie hierna bij het onderdeel opwekkingsrendement).

Opwekkingsrendement

Bij een WK wordt een onderscheid gemaakt tussen het thermisch en het elektrisch rendement.

Het thermisch rendement is het rendement waarmee de WK warmte produceert. Dit rendement varieert van 0.40 tot 0.57. Aangezien een WK altijd in combinatie met een ander toestel wordt toegepast, wordt het gecombineerde rendement van de twee toestellen samen genomen tot één opwekkingsrendement. Het opwekkingsrendement van de totale verwarmingsinstallatie kan dus buiten de bovenstaande bandbreedte vallen. De hoogte van het gecombineerde opwekkingsrendement



Een grote WK in een utiliteitsgebouw.

4.4. installaties

4.4.3. verwarming

is afhankelijk van het type niet-preferente toestel, en de verhouding van de thermische vermogens van het preferente en het niet-preferente toestel.

Een WK produceert naast warmte ook elektriciteit. Het elektrisch rendement van een WK varieert van ca. 0.26 tot 0.36.

Het elektrisch rendement van een WK is over het algemeen lager dan het gemiddelde rendement van elektriciteitscentrales (0.39). Het totale rendement van de installatie is echter hoger omdat ook de warmte wordt gebruikt.

De hoeveelheid elektriciteit die de WK produceert wordt in de EPC-berekening als aparte post opgenomen in de resultaten ($Q_{prim;comp;wk}$ = compensatie ten gevolge van gebruik van warmtekracht). Deze compensatie treedt overigens alleen op indien de WK voldoende groot is (het thermisch vermogen moet groter dan 10% van het totale opgestelde thermische vermogen zijn). De compensatie verschijnt in de uitvoer als een aftrekpost: de waarde van de post $Q_{pres;totaal}$ wordt erdoor verminderd.

Relaties met andere installaties

Het ligt voor de hand warmtekracht te combineren met een hoge temperatuur verwarmingssysteem. Een WK wordt altijd in combinatie met andere toestellen gebruikt. Logische combinaties zijn een WK met een HR- of VR-ketel. Minder logisch (maar wel mogelijk) is het om WK te combineren met een warmtepomp, omdat een warmtepomp zich juist leent voor lage temperatuur verwarmingssystemen. Een WK zal vrijwel nooit worden gecombineerd met externe warmtelevering. Voor koeling kan gebruik worden gemaakt van een compressiekoelmachine of een absorptiekoelmachine. Voor de verwarming van het warmtapwater kan eventueel gebruik worden gemaakt van de WK, maar combinaties met de andere tapwatertoestellen zijn ook mogelijk.

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

- Let op dat het juiste type WK gekozen is. Genoemde vermogens zijn elektrische vermogens! Keuze uit:
- mini WK: 5 – 20 kWe
- gasmotor: 20-200 kWe
- gasmotor: 200 – 500 kWe
- gasmotor 500 – 1000 kWe
- WK: 1000 – 25000 kWe

INSTALLATIE W - VERWARMING EN HULPENERGIE		
Verwarmingssysteem 1 - Systeem 1		
preferent toestel	type toestel	: gebouwgebonden warmtekracht
	type warmtekracht	: gasmotor 200<Pwk<= 500 kW
	warmtetransportleidingen	: volledig in pandig
	thermisch vermogen wk	: >=10% van totale thermisch vermogen
	vermogen	: 320,0 kW
niet-preferent toestel	type toestel	: HR-ketel
	type HR-ketel	: HR-107 Ketel
	temperatuurniveau	: Taanv >= 55°C
	vermogen	: 80,0 kW
	gebouwgebonden warmtelevering op afstand	: nee
installatiekenmerken	opwekkingsrendement Nopw,verw	: 0,610 [-]

De verhouding van de thermische vermogens van het preferente en het niet-preferente toestel is erg belangrijk!

4.4.3.4. seizoensopslag

Beschrijving

Seizoensopslag 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 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 4.4.7.4.

In de winterperiode wordt de seizoensopslag gebruikt om de koude bron op te laden. Hiertoe wordt, zodra de buitentemperatuur beneden een bepaalde temperatuur komt, het grondwater uit de warme grondwaterbron opgepompt. Dit relatief warme water (circa 16°C) geeft z'n warmte via een warmtewisselaar af aan het 'warm'-watercircuit in het gebouw. Dit warme water wordt vervolgens gebruikt om de lucht in de luchtbehandelingskast voor 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 deze situatie alleen maar voor dat de lucht in de luchtbehandelingskast wordt voorverwarmd. Voor de noodzakelijke naverwarming, en de verwarming van de radiatoren of convectoren zal een ander verwarmingstoestel (bijvoorbeeld een HR-ketel) moeten worden gebruikt.

Het is ook mogelijk om de warmte van het warme water uit de bodem te gebruiken als 'bron' voor een warmtepomp. Deze warmtepomp kan dan vervolgens zorgen voor de (na)verwarming van de lucht en eventueel het verwarmen van de radiatoren. Er is dan sprake van een warmtepomp met als bron een aquifer (zie paragraaf 4.4.3.6).



Het slaan van de bronnen voor warmte- en koudeopslag in de bodem.

4.4.

installaties

4.4.3. verwarming

Aandachtspunten

- 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 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.

Opwekkingsrendement

Seizoensopslag is met name interessant in verband met het hoge opwekkingsrendement voor koeling.

Voor verwarming zijn twee situaties te onderscheiden:

- er wordt gebruik gemaakt van 'pure' seizoensopslag. In deze situatie wordt de seizoensopslag gebruikt voor de voorverwarming van de ventilatielucht. Een HR-ketel of ander verwarmingstoestel zorgt voor de (na)verwarming. Voor het verwarmingssysteem in de EPC-berekening is dan alleen het rendement van de ketel van belang. Bij het onderdeel ventilatie moet zijn aangegeven dat gebruik wordt gemaakt van 'koude laden met de luchtbehandelingskasten';
- seizoensopslag wordt gecombineerd met een warmtepomp. In de EPC-berekening is dan sprake van een 'warmtepomp met als bron een aquifer', zie voor rendementen paragraaf 4.4.3.6.

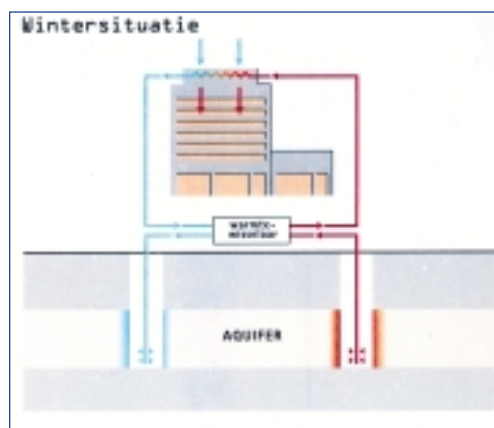
Relaties met andere installaties

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) 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.

In het onderstaande schema is aangegeven welke logische combinaties voor de invoer van een EPC-berekening van toepassing zijn:

Principeschema van seizoensopslag in de wintersituatie



stelsel	verwarming	koeling	ventilatie, koudeladen met LBK ?
'pure' seizoensopslag	willekeurig opwekkingstoestel	koude-opslag	ja
seizoensopslag met warmtepomp	warmtepomp met als bron aquifer	warmtepomp in zomerbedrijf	ja / nee

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

'Pure' seizoensopslag

INSTALLATIE W - VERWARMING EN HULPENERGIE		
<i>Verwarmingssysteem 1 - Systeem 1</i>		
verwarmingstoestel	type toestel	: HR-ketel
	type HR-ketel	: HR-107 ketel
	temperatuurniveau	: Taanv < 55°C
installatiekenmerken	opwekkingsrendement Nopw;verw	: 0,925 [-]
hulpenergie	aantal ketels-cv/luchtverwarmers met waakvlam	: 0
aangewezen sectoren	A.1 - Kantoor	

INSTALLATIE W - KOELING		
<i>Koelsysteem 1 - Systeem 1</i>		
koeltoestel	type toestel	: koude-opslag
installatiekenmerken	opwekkingsrendement Nopw;koel	: 4,680 [-]
aangewezen sectoren	A.1 - Kantoor	

INSTALLATIE W - REGELING VENTILATIE		
<i>Energiesector A.1 - Sector A.1</i>		
qv;min	[dm³/s]	: 326,5
qv;m;werk	[dm³/s]	: 1833,0
terugregeling buitenlucht		: mech. ventilatie, terugregeling debiet >= 20%
warmteterugwinapparatuur		: geen warmteterugwinning
rendement nwtw	[-]	: 0,000
koudeladen		: ja
natuurlijke ventilatie		: geen
uv;n;koel	[dm³/s m²]	: 0,00

Seizoensopslag met warmtepomp

INSTALLATIE W - VERWARMING EN HULPENERGIE		
<i>Verwarmingssysteem 1 - Systeem 1</i>		
verwarmingstoestel	type toestel	: warmtepomp
	type warmtepomp	: elektrische warmtepomp
	temperatuurniveau	: Taanv < 35°C
	bronnen	: grondwater/aquifer
installatiekenmerken	opwekkingsrendement Nopw;verw	: 1,825 [-]
hulpenergie	aantal ketels-cv/luchtverwarmers met waakvlam	: 0
aangewezen sectoren	A.1 - Kantoor	

INSTALLATIE W - KOELING		
<i>Koelsysteem 1 - Systeem 1</i>		
koeltoestel	type toestel	: warmtepomp in zomerbedrijf
installatiekenmerken	opwekkingsrendement Nopw;koel	: 1,950 [-]
aangewezen sectoren	A.1 - Kantoor	

4.4.3.5. 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 biomassa-centrales. 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 straat naar de afnemer gebracht.

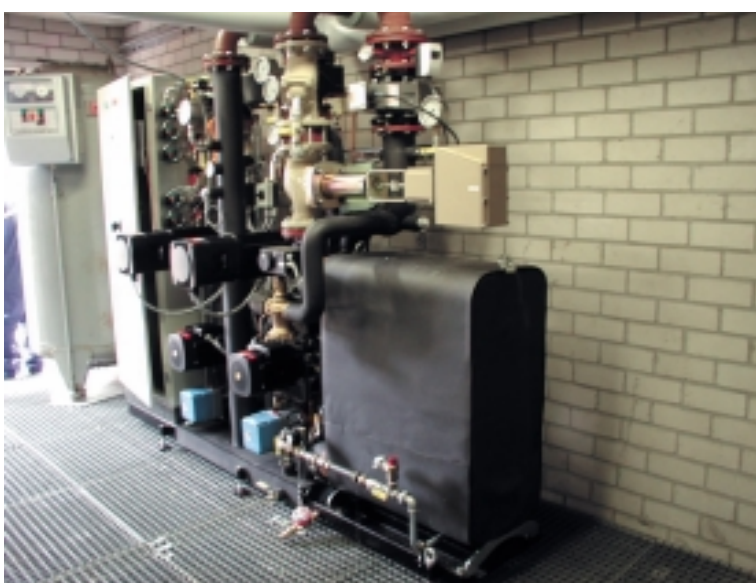
Bij externe warmtelevering wordt in de technische ruimte van het gebouw een (of meerdere) warmtewisselaar opgesteld. In deze warmtewisselaar wordt de warmte van het distributienet afgegeven aan het verwarmingsnet van het gebouw. Vervolgens wordt de warmte binnen het gebouw op dezelfde wijze gedistribueerd 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 warmtedistributie. Koken op gas is in die gevallen uiteraard ook niet mogelijk.

Warmtelevering is geschikt voor zowel grootschalige nieuwbouwprojecten als (kleinschaligere) bedrijven, flats en woningen. Wanneer in een wijk een centrale gasmotor, warmtekrachtinstallatie of warmtepomp wordt geplaatst waarop de gebouwen zijn aangesloten spreekt men ook van externe warmtelevering. Indien in een utiliteitsgebouw een dergelijke installatie wordt opgesteld, die alleen ten behoeve van het gebouw wordt gebruikt, is er geen sprake van externe warmtelevering, maar van gebouwgebonden warmtekracht (zie paragraaf 4.4.3.3) of een warmtepomp (zie paragraaf 4.4.3.6).

Aandachtspunten

Er wordt een onderscheid gemaakt tussen externe warmtelevering en gebouwgebonden warmtelevering op afstand. Collectieve installaties, een gasgestookte ketel, warmtepomp of warmtekracht, kunnen worden toegepast in de vorm van gebouwgebonden warmtelevering op afstand. Bij warmtelevering op afstand is de warmtelevering beperkt tot gebouwen op het eigen perceel. Kenmerk is dat de afnemers van de geproduceerde warmte eenduidig

Primair aflevercentrum bij warmtelevering door derden in een utiliteitsgebouw



benoembaar en aanwijsbaar zijn. In alle andere gevallen van warmtelevering is sprake van externe warmtelevering. De warmtelevering vindt plaats voor meer gebouwen dan die op het eigen perceel gelegen zijn.

- controleer of de invoer in de berekening klopt met de daadwerkelijke situatie, is er sprake van gebouwgebonden warmtelevering op afstand of externe warmtelevering;
- bij externe warmtelevering 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 externe warmtelevering vaak geen gasaansluiting aanwezig is;
- externe warmtelevering is niet in alle plaatsen of wijken mogelijk. Het energiebedrijf kan hierover duidelijkheid geven.

Opwekkingsrendement

Externe warmtelevering betreft over het algemeen restwarmte: warmte die over is. Het opwekkingsrendement wordt bepaald door de manier waarop de restwarmte is opgewekt. Er kan in de berekening alleen gebruik worden gemaakt van forfaitaire waarden, waarbij twee groepen worden onderscheiden. De

forfaitair opwekkingsrendement	
gasmotor of warmtepomp	1.0
STEG, productieproces of afvalverbranding	1.1

warmte wordt geproduceerd door:

- gasmotor of warmtepomp (rendement 1.0);
- STEG, productieproces of afvalverbranding (rendement 1.1).

Gebruik van een gelijkwaardigheidsverklaring voor het rendement van externe warmtelevering is niet toegestaan omdat de rendementen een beleidsmatige keuze zijn.

Relaties met andere installaties

Warmtelevering wordt meestal gebruikt in combinatie met hoge temperatuur verwarming met radiatoren. In kantoorgebouwen of andere gebouwen met een relatief lage warmtapwater vraag wordt externe warmtelevering vaak gecombineerd met elektro-boilers ten behoeve van de tapwaterverwarming. In gebouwen met een hoge warmtapwater vraag, zoals ziekenhuizen en sportgebouwen wordt vaak ook voor de verwarming van het warmtapwater gebruik gemaakt van externe warmtelevering. 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.

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

INSTALLATIE W - VERWARMING EN HULPENERGIE		
Verwarmingssysteem 1 - Systeem 1		
verwarmingstoestel	type toestel	: externe warmtelevering
	type externe warmtelevering	: STEG
installatiekenmerken	opwekkingsrendement Nopw;verw	: 1,100 [-]
hulpenergie	aantal ketels-cv/luchtverwarmers met waakvlam	: 0

aantal ketels met waakvlam is altijd 0 in deze situatie

4.4. installaties

4.4.3. verwarming

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. 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.

Elektrische warmtepomp



4.4.3.6. warmtepomp

Beschrijving

Wanneer de warmtepomp de warmte op het juiste temperatuurniveau heeft gebracht, kan deze warmte worden gebruikt voor de verwarming van het gebouw. 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.

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 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 4.4.3.4 en paragraaf 4.4.7.4.

Aandachtspunten

- een warmtepomp wordt bij voorkeur gebruikt bij lage temperatuur verwarmingssystemen ($T_{aanv} < 55^\circ\text{C}$). Controleer dit en controleer ook of bij een eventueel niet-preferent toestel ook lage temperatuur verwarming wordt toegepast;
- 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;
 - een gasgedreven warmtepomp levert warmte tot maximaal 70°C (in de EPN-methodiek tot 55°C);
- in de energieprestatienorm worden alleen forfaitaire rendementen gegeven voor elektrische warmtepompen en gasgedreven warmtepompen met een gasmotor. Voor absorptiewarmtepompen zal dus altijd een beroep op gelijkwaardigheid moeten worden gedaan;
- ga na of aandacht is besteed aan 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.

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 (T_{aanv}).

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 meegeteld wordt in het rendement, terwijl deze energie-inhoud wel bijdraagt.

In de EPC-methodiek zijn verschillende forfaitaire rendementen voor zowel elektrische als gasmotorgedreven warmtepompen opgenomen. De COP's van elektrische warmtepompen worden in de EPC-berekening gecorrigeerd voor het rendement van de elektriciteitscentrale omdat in de energieprestatieberekening al het energiegebruik wordt omgerekend naar primaire energie.

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 (niet-preferent) verwarmingstoestel, bijvoorbeeld een HR-ketel. 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 ($T_{aanv} < 55^\circ\text{C}$). Voor koeling zijn combinaties met andere systemen zoals seizoensopslag (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.

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

bronnen	elektrische warmtepomp			gasmotor aangedreven warmtepomp		
	$T_{aanv} < 35^\circ\text{C}$	$35^\circ\text{C} \leq T_{aanv} < 45^\circ\text{C}$	$45^\circ\text{C} \leq T_{aanv} < 55^\circ\text{C}$	$T_{aanv} < 35^\circ\text{C}$	$35^\circ\text{C} \leq T_{aanv} < 45^\circ\text{C}$	$45^\circ\text{C} \leq T_{aanv} < 55^\circ\text{C}$
bodem ('aardwarmte')/buitenlucht	1.325	1.200	1.075	1.600	1.500	1.400
warmte uit retour/afvoerlucht	2.375	1.975	1.700	2.600	2.200	2.000
grondwater/aquifer	1.825	1.625	1.400	2.100	1.900	1.800
oppervlaktewater (bijv. rivierwater)	1.575	1.425	1.275	1.900	1.800	1.700

INSTALLATIE W - VERWARMING EN HULPENERGIE

Verwarmingssysteem 1 - Systeem 1		
verwarmingstoestel	type toestel	: warmtepomp
	type warmtepomp	: elektrische warmtepomp
	temperatuurniveau	: $35^\circ\text{C} \leq T_{aanv} < 45^\circ\text{C}$
	bronnen	: grondwater/aquifer
installatiekenmerken	opwekkingsrendement Nopw;verw	: 1,625 [-]
hulpenergie	aantal ketels-cv/luchtverwarmers met waakvlam	: 0

4.4. installaties

4.4.3. verwarming

Beschrijving

Zonneboilercombi's 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. 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.

De zonnecollector op het platte dak is met behulp van een frame in een zo optimaal mogelijke orientatie geplaatst.



4.4.3.7. zonneboilercombi

Beschrijving

Het principe van warmteopwekking bij een zonneboilercombi is hetzelfde als bij een zonneboiler (zie paragraaf 4.4.5.7): zonnewarmte wordt gebruikt om een deel van de totale warmtevraag voor verwarming en het warmtapwater te dekken. Op het dak wordt een zonnecollector geplaatst waar een vloeistof door 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.

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 3.4.5.7 (woningbouw).

Aandachtspunten

- het is aan te bevelen de zonneboilercombi zo dicht mogelijk bij de tappunten te plaatsen. Dit om onnodig warmteverlies te voorkomen. Controleer op tekening of dit ook gebeurt;
- controleer op tekening en op de bouwplaats of de zonnecollectoren dusdanig zijn geplaatst dat er geen schaduw op valt;
- een zonneboilercombi is uitstekend te combineren met een lage temperatuur verwarmingssysteem. Controleer of dit gebeurt;
- de componenten van een zonneboilercombi moeten op verschillende plaatsen in de EPC-berekening zijn ingevoerd. Ga na of er geen componenten vergeten zijn.

Energieopbrengst

Het opwekkingsrendement van de zonneboilercombisysteem wordt uitgedrukt in het jaarrendement. In de EPC-rekenmethodiek voor woningbouw is het mogelijk zelf een rendement in te voeren (aan de

hand van een gelijkwaardigheidsverklaring), bij utiliteitsbouw kan dit niet. Hier wordt altijd gerekend met een gemiddeld jaarrendement van 50%. Van dit rendement mag niet worden afgeweken. De opbrengst van zonneboilercombisystemen wordt verder bepaald door de oppervlakte van de collectoren en de hoeveelheid zonne-energie die op de collector valt.

In de EPC-rekenmethodiek voor utiliteitsbouw wordt geen rekening gehouden met het feit dat een zonneboilercombi voor zowel verwarming als warmtapwater wordt gebruikt. Het eenvoudigweg invoeren van de totale collectoroppervlakte bij zowel verwarming als warmtapwater levert in principe een te hoge energieopbrengst. De werkelijke energieopbrengst van een zonneboilercombi wordt beter benaderd wanneer de totale collectoroppervlakte verdeeld wordt over het warmtapwaterdeel en het verwarmingsdeel. De verdeling is dan afhankelijk van de geschatte verdeling van de warmteopbrengst.

Relaties met andere installaties

Bij een zonneboilercombi zijn zonnecollector, voorraadvat en CV-ketel gecombineerd. Doordat 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.

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

De juiste invoer van een zonneboilercombi moet op vier plaatsen in de EPC-berekening worden gecontroleerd. In het onderstaande voorbeeld is uitgegaan van zonnecollector met een totaal oppervlakte van 5.4 m². Deze collector is gekoppeld aan een HR-combiketel die voor de naverwarming van het water zorgt.

INSTALLATIE W - VERWARMING EN HULPENERGIE			
Verwarmingssysteem 1 - Systeem 1			
verwarmingstoestel	type toestel	: HR-ketel	
	type HR-ketel	: HR-107 ketel	
	temperatuurniveau	: Taanv < 55°C	
installatiekenmerken	opwekkingsrendement Nopw;verw	: 0,925 [-]	
hulpenergie	aantal ketels-cv/luchtverwarmers met waakvlam	: 0	
aangewezen sectoren	A.1 - Clubhuis		

INSTALLATIE W - WARMTAPWATER	
type toestel voor warmtapwaterbereiding	: HR-combi
systeem voor distributie van warmtapwater	: een of meer tappunten >3m van opwekkingstoestel
sectoren met tappunten voor warmwater	: A.1 - Clubhuis

INSTALLATIE W - ZONNECOLLECTOREN TAPWATER			
omschrijving	orientatie	helling [°]	Aze,tap [m ²]
zonneboiler-combi	zuid	40	2,70

De totale oppervlakte van de collector is 2,70 + 2,70 = 5,4 m²

INSTALLATIE W - ZONNECOLLECTOREN VERWARMING		
omschrijving	energiesector	Aze [m ²]
zonneboiler-combi	A.1 - Clubhuis	2,70

4.4 installaties

4.4.4. ventilatie

4.4.4.1. ventilatiesystemen

Beschrijving

In het Bouwbesluit zijn per gebruiksfunctie eisen opgenomen ten aanzien van de minimale luchtverversing. De hoogte van deze minimale hoeveelheid toe te voeren lucht is afhankelijk van de gebruiksfunctie. In de EPN is de koppeling tussen de bezettingsgraadklasse en minimale ventilatie losgelaten. De in de EPC-methodiek gebruikte minimale ventilatievouden zijn wel afgeleid van het Bouwbesluit. Over het algemeen zal in utiliteitsgebouwen de hoeveelheid lucht die toegevoerd wordt echter groter zijn dan deze minimale luchtvolume-stroom 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 veelvuldig voor. Op hoofdlijnen zijn vier verschillende soorten ventilatiesystemen te onderscheiden.

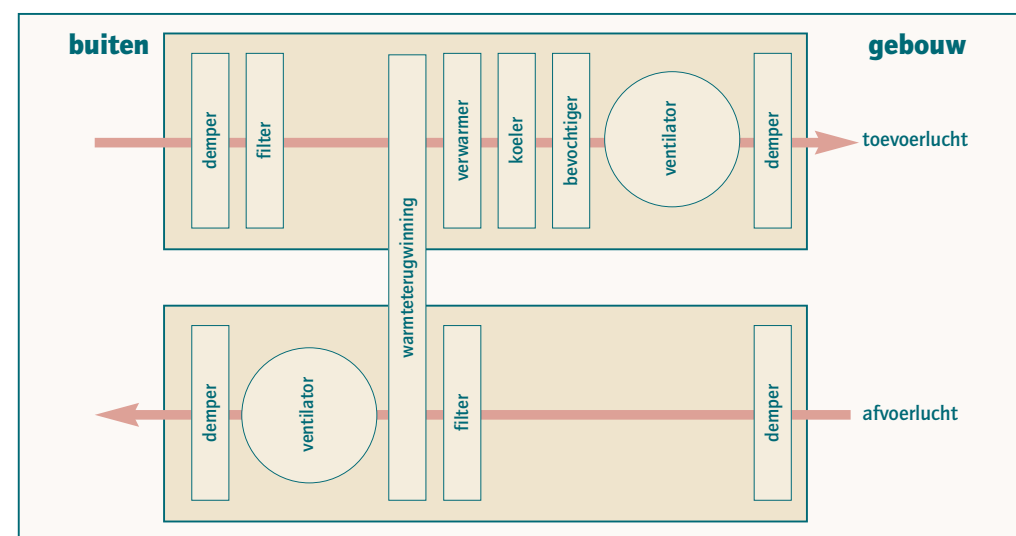
luchttoevoer	luchtafvoer	toepassing	'mechanisch' betekent dat de lucht gedwongen, door middel van een ventilator, wordt toe- en/of afgevoerd. Deze ventilator is vrijwel altijd aangesloten op een kanalsysteem. Bij natuurlijke toe- en/of afvoer is geen sprake van een ventilator, de lucht wordt dan bijvoorbeeld door middel van roosters in de gevel toe en/of afgevoerd.
natuurlijk	natuurlijk	vrijwel nooit	
natuurlijk	mechanisch	soms, met name scholen	
mechanisch	natuurlijk	vrijwel nooit	
mechanisch	mechanisch	vooral nieuwbouw	



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

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. Op hoofdlijnen bestaat een luchtbehandelingskast uit de volgende onderdelen:



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 en wordt in de EPC-rekenmethodiek nog niet gewaardeerd. Indieners hebben wel de mogelijkheid om een beroep op gelijkwaardigheid te doen. Voor meer informatie over deze systemen wordt verwezen naar paragraaf 3.4.4.1 (woningbouw).

Aandachtspunten

- controleer of $q_{v,m;werk}$ realistisch is (ca. 3-voudige ventilatie is veelvoorkomend);
- bij systemen met gebalanceerde ventilatie

is het belangrijk dat het gebouw goed luchtdicht wordt afgewerkt om een goede werking van het systeem te waarborgen. Controleer de $q_{v,10;kar}$ -waarde, zie paragraaf 4.3.3;

- een mechanische afzuiging die zich beperkt tot het versneld afzuigen van bijvoorbeeld kookluchtjes (een afzuigkap) moet in het kader van de EPN buiten beschouwing worden gelaten. Dit geldt dus ook 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 bezien.

4.4. installaties
4.4.4. ventilatie

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.

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

Controleer op twee plaatsen in de berekening of het ventilatiesysteem juist is ingevoerd:

- bij het onderdeel 'Indeling gebouw - klimatiseringssysteem' (zie paragraaf 4.4.1);
- bij het onderdeel 'Installatie W - regeling ventilatie':

INSTALLATIE W - REGELING VENTILATIE	
<i>Energiesector A.1 - Sector A.1</i>	
qv;min	[dm ³ /s] : 326,5
qv;m;werk	[dm ³ /s] : 1833,0
terugregeling buitenlucht	: geen of <20% recirculatie of terugregeling debiet
warmteterugwinapparatuur	: platen- of buizenwarmtewisselaar
rendement nwtw	[-] : 0,650
natuurlijke ventilatie	: te openen ramen
uv;n;koel	[dm ³ /s m ²] : 2,00

maximale toevoercapaciteit van de luchtbehandelingskast, let op in [dm³/s]

Wanneer de warmte uit de ventilatieretourlucht gebruikt wordt als bron van een warmtepomp moet hier zijn aangegeven dat er 'geen warmteterugwinning' is. Bij verwarming wordt dan gekozen voor de optie 'warmtepomp' met als bron 'warmte uit retour/afval-lucht'.

type warmteterugwinning	rendement
platen – of buizenwarmtewisselaar	0.65
twee elementen systeem	0.60
warmtebuis-apparaten (heat-pipes)	0.60
langzaam rot. en interm. warmtewisselaar	0.70

4.4.4.2. ventilatoren

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 4.4.4.1). 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;
- 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.

Aandachtspunten

- 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 'Installatie W - regeling ventilatie' en 'Installatie W - ventilatoren'

- wat dit aangaat met elkaar overeenkomen;
- 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 of de gegevens op de typeplaatjes overeenkomen met de in de berekening ingevoerde gegevens;
- controleer of de maximale toevoercapaciteit $q_{v,m;werk}$ op de juiste manier is ingevoerd. Op ventilatoren wordt de toevoercapaciteit vaak in m³/h aangegeven, in de EPC-berekening moet de toevoercapaciteit in dm³/s worden aangegeven. Omrekening vindt plaats volgens de volgende formule:

$$\text{toevoercapaciteit in dm}^3/\text{s} = \frac{\text{toevoercapaciteit in m}^3/\text{h}}{3,6}$$

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 luchtvolumestroom ($q_{v,m;werk}$), 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 invoergegevens is hierbij de waarde van $q_{v,m;werk}$. 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 vermogens van de aanwezige ventilatoren moet worden bepaald. Uitgangspunt is een forfaitair aantal draaiuren. Door toepassing van ventilatieregelingen reduceert de ventilatorenergie. Met toerenregelingen is een reductie op het energiegebruik van 45 tot 50% te bereiken.

Dakventilator



4.4. installaties

4.4.4. ventilatie

Met een inlaatklepverstelling of waaieschoep-verstelling is een reductie van 25 tot 35% te bereiken. Zoals genoemd worden deze laatste twee vrijwel niet meer toegepast. De werkelijke vermogens en eventueel werkelijke rendementen van de ventilatoren kunnen aan de hand van productinformatie en typeplaatjes worden ontleend. In hoofdstuk 11.2 van de NPR 2917 worden enkele richtwaarden gegeven. Opgemerkt wordt dat de vermogens van de ventilatoren niet mogen worden opgeteld. Wanneer in een gebouw vijf toevoer- en vijf afvoer-ventilatoren 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.

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

Forfaitaire methode

Wanneer gebruik is gemaakt van de forfaitaire methode komt dit als volgt tot uitdrukking in de uitvoer:

INSTALLATIE W - VENTILATOREN	
Bepaling effectief vermogen ventilatoren: forfaitaire waarden uit luchtvolumestroom	
Peff [kW]	: 5,4

Let op: als P_{eff} 0 kW is, dan is waarschijnlijk vergeten een waarde voor $q_{v,m;werk}$ in te voeren! Dit levert een te gunstige EPC.

Methode met werkelijke vermogens:

Wanneer in een gebouw ventilatoren met een toerenregeling worden toegepast, ligt het voor de hand dat ook bij het onderdeel 'Installatie W - regeling ventilatie' aangegeven is dat de buitenlucht teruggeregeld kan worden:

INSTALLATIE W - REGELING VENTILATIE	
Energiesector A.1 - Sector A.1	
qv;min	[dm ³ /s] : 326,5
qv;m;werk	[dm ³ /s] : 1833,0
terugregeling buitenlucht	: mech. ventilatie, terugregeling debiet >= 40%
warmteterugwinapparatuur	: geen warmteterugwinning
rendement nrtw	[-] : 0,000
natuurlijke ventilatie	: te openen ramen
uv;n;koel	[dm ³ /s m ²] : 2,00

INSTALLATIE W - VENTILATOREN					
Bepaling effectief vermogen ventilatoren: werkelijk opgesteld vermogen rendement elektromotor forfaitair					
Peff [kW] : 13,0					
nummer	klim. systeem	P(as) [kW]	aantal [-]	debietregeling	Nelm [-]
1	A	12,0	1	toerenregeling	0,85
2	A	15,0	1	toerenregeling	0,85

4.4.5. warmtapwater

4.4.5.1. elektro-boiler

Beschrijving

In de meeste utiliteitsgebouwen is de warmtapwatervraag relatief laag. Alleen in de werk-kasten, pantry's en eventueel toiletten zijn meestal tappunten voor warmwater aanwezig. In sportgebouwen, ziekenhuizen en logiesgebouwen is de vraag naar warmtapwater groter. In de energieprestatierekenmethode wordt rekening gehouden met dit verschil in warmtapwaterbehoefte per gebruiksfunctie. Vanwege de lage aanschafkosten worden elektro-boilers veelal toegepast in utiliteitsgebouwen met een lage warmtapwatervraag. Een elektro-boiler is een kleine elektrische boiler met een voorraadvat van 10 tot 15 liter. Een elektro-boiler is klein en kan eenvoudig in een keukenkastje of in een werkkast worden geplaatst. Doordat in een elektro-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 elektro-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.

Aandachtspunten

- ga aan de hand van de tekeningen na of de afstand van de tappunten tot de elektro-boiler juist is;
- controleer of in alle energiesectoren tappunten voor warmwater aanwezig zijn. Let hierbij ook op werkkasten, toiletten en dergelijke. Berekeningen waarin is aangegeven dat er geen warmtapwaterpunten aanwezig zijn, moeten met argwaan worden gezien!
- 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 schoonmaak-

doeleinden. Dit energiegebruik mag niet worden verwaarloosd;

- wanneer in een energiesector meerdere verschillende toestellen voor warmtapwater aanwezig zijn, moet in de berekening zijn uitgegaan van het (type) toestel waarop de meeste tappunten zijn aangesloten.

Opwekkingsrendement

Het opwekkingsrendement van een elektro-boiler wordt, net als bij de elektrische boiler, mede bepaald door het opwekkingsrendement van de elektriciteitsvoorziening ($\eta_{el} = 0.39$). Het rendement van een elektro-boiler bedraagt $0.39 * 0.75 = 0.292$.

Er kan in de berekening gebruik worden gemaakt van deze forfaitaire waarde.

Wanneer een hoger rendement is opgenomen, moet deze worden onderbouwd met een kwaliteits- of een gelijkwaardigheidsverklaring.

Relaties met andere installaties

Elektro-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 elektro-boiler is dat er relatief weinig voorzieningen getroffen hoeven worden: een water- en elektriciteitsaansluiting zijn voldoende.

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

leiding- en circulatierendement warmtapwater	
alle tappunten binnen straal van 3m van het opwekkingstoestel	1.0
één of meer tappunten op meer dan 3m van het opwekkingstoestel	0.8
circulatieleiding of onbekend distributiesysteem	0.6

forfaitair opwekkingsrendement	
elektro-boiler	0.292

INSTALLATIE W - WARMTAPWATER		
type toestel voor warmtapwaterbereiding	: elektrisch	Nopw;tap = 0,292
systeem voor distributie van warmtapwater	: alle tappunten binnen 3m van opwekkingstoestel	Nsys;tap = 1,000
sectoren met tappunten voor warmwater	: A.1 - Kantoor	

Een elektro-boiler wordt dichtbij het tappunt geplaatst, bijvoorbeeld in de pantry.



4.4. installaties
4.4.5. warmtapwater

4.4.5.2. CV-combiketel

Beschrijving

In de meeste utiliteitsgebouwen is de warmtapwatervraag relatief laag. Alleen in de werkkasten, pantry's en eventueel toiletten zijn meestal tappen voor warmwater aanwezig. In sportgebouwen, ziekenhuizen en logiesgebouwen is de vraag naar warmtapwater groter. In de energieprestatierekenmethode 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 grote 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.

Een onderscheid kan worden gemaakt in voorraad- (combiketel, gasboiler en indirect gestookte boilers) en doorstroomtoestellen (combiketel en geiser). 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. Bij doorstroomtoestellen stroomt water, na het openen van de kraan, langs de verwarmingsbron en wordt gedurende die tijd verwarmd. De temperatuur van het warm water is afhankelijk van de koudwatertemperatuur, de volumestroom en de capaciteit van het toestel.

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. Indirect gestookte boilers worden in ziekenhuizen en zorgcentra veelal toegepast.

Ten opzichte van elektrische warmtapwatertoestellen hebben gasgestookte toestellen 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 en CV-combiketels.

Aandachtspunten

- ga aan de hand van de tekeningen na of de afstand van de tappen tot het tapwatertoestel juist is;

Deze combiketel is een doorstroomtoestel.



- bij geisers zal de afstand tot de tappen in veel gevallen kleiner dan 3 meter zijn;
- controleer of in alle energiesectoren tappen voor warmwater aanwezig zijn. Let hierbij ook op werkkasten, toiletten en dergelijke. Berekeningen waarin is aangegeven dat er geen warmtapwaterpunten aanwezig zijn, moeten met argwaan worden bezien!
- 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;
- wanneer in een energiesector meerdere verschillende toestellen voor warmtapwater aanwezig zijn, moet in de berekening zijn uitgegaan van het (type) toestel waarop de meeste tappen zijn aangesloten;
- controleer op de bouw de afstand en aanwezigheid van de tappen;
- 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;

- 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).

Opwekkingsrendement

Het opwekkingsrendement van een CV-combiketel wordt bepaald door het type ketel (VR- of HR-ketel). Voor gasboilers en geisers wordt in de EPC-methode hetzelfde rendement aangehouden als voor HR-combiketels. Het rendement van een indirect gestookte boiler is afhankelijk van het type verwarmingstoestel dat wordt gebruikt (een HR-ketel met CV-boiler of een VR-ketel met CV-boiler). 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.

Relatie met andere installaties

Bij toepassing van een HR- of VR-combiketel zal voor de verwarming van het gebouw uiteraard ook gebruik worden gemaakt van hetzelfde 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.

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

forfaitaire opwekkingsrendementen	
VR-ketel met CV-boiler	
VR combiketel	0.45
gasboiler	
geiser	
HR-ketel met CV boiler	
HR-combiketel	0.55

INSTALLATIE W - WARMTAPWATER		
type toestel voor warmtapwaterbereiding	: HR-combi	Nopw;tap = 0,550
systeem voor distributie van warmtapwater	: een of meer tappen > 3m van opwekkingstoestel	Nsys;tap = 0,800
sectoren met tappen voor warmwater	: A.1 - Kantoor	

Uitgangspunt hier is dat de afstand van één of meer tappen meer dan 3m is

4.4. installaties
4.4.5. warmtapwater

4.4.5.3. elektrische boiler

Beschrijving

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 sportgebouwen, ziekenhuizen en logiesgebouwen is de vraag naar warmtapwater groter. In de energieprestatierekenmethode wordt rekening gehouden met dit verschil in warmtapwaterbehoefte per gebruiksfunctie.

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

Doordat in een elektrische boiler het water met een elektrisch element wordt verwarmd, 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 verwarmd met behulp van een elektrisch element. 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. 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.

Aandachtspunten

- elektrische boilers nemen relatief veel ruimte in, controleer op tekening of hier voldoende rekening mee is gehouden;
- ga aan de hand van de tekeningen na of de afstand van de tappunten tot de elektrische boiler juist is;
- controleer of in alle energiesectoren tappunten voor warmwater aanwezig zijn. Let hierbij ook op werkkasten, toiletten en dergelijke. Berekeningen waarin is aangegeven dat er geen warmtapwaterpunten aanwezig zijn, moeten met argwaan worden gezien!
- 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;

- wanneer in een energiesector meerdere verschillende toestellen voor warmtapwater aanwezig zijn, moet in de berekening zijn uitgegaan van het (type) toestel waarop de meeste tappunten zijn aangesloten;
- controleer op de bouw de afstand en aanwezigheid van de tappunten.

Opwekkingsrendement

Het opwekkingsrendement van een elektrische boiler wordt mede bepaald door het opwekkingsrendement van de elektriciteitsvoorziening ($\eta_{el} = 0.39$). Het rendement bedraagt $0.39 * 0.75 = 0.292$. Er kan in de berekening gebruik worden gemaakt van deze forfaitaire waarde. Wanneer een hoger rendement is opgenomen, moet deze worden onderbouwd met een kwaliteits- of een gelijkwaardigheidsverklaring.

Relaties met andere installaties

Een elektrische boiler kan onafhankelijk van het type klimatiseringssysteem worden toegepast. Voordeel van het toepassen van een elektrische boiler is dat er relatief weinig voorzieningen getroffen hoeven worden: een water- en elektriciteitsaansluiting zijn voldoende.

Omdat een 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.

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

forfaitair opwekkingsrendement	
elektrische boiler	0.292

INSTALLATIE W - WARMTAPWATER		
type toestel voor warmtapwaterbereiding	: elektrisch	Nopw;tap = 0,292
systeem voor distributie van warmtapwater	: een of meer tappunten >3m van opwekkingstoestel	Nsys;tap = 0,800
sectoren met tappunten voor warmwater	: A.1 - Sport	

Uitgangspunt hier is dat de afstand van één of meer tappunten meer dan 3m is

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



4.4. installaties
4.4.5. warmtapwater

4.4.5.4. gebouwgebonden warmtekracht

Beschrijving

Gebouwgebonden warmtekracht wordt niet vaak toegepast voor de verwarming van het warmtapwater. Voor de volledigheid wordt het systeem hier wel kort behandeld.

In een warmtekrachtinstallatie (warmtekrachtkoppeling of warmtekrachtcentrale, verder WK 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 4.4.7.2).

In utiliteitsbouw komt men WK voornamelijk tegen in gebouwen waarin de elektriciteitsvraag hoog is. Te denken valt aan ziekenhuizen. Deze gebouwen voorzien met behulp van de WK 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 WK moet worden aangezet voor het leveren van warmte, wordt de WK 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).

Voor meer informatie over de verschillende WK wordt verwezen naar paragraaf 4.4.3.3.

Aandachtspunten

- gebouwgebonden WK ten behoeve van warmtapwater is alleen mogelijk in combinatie met gebouwgebonden WK voor verwarming. Andersom hoeft dit niet het geval te zijn. Controleer dit in de invoer van de berekening;
- ga aan de hand van de tekeningen na of de afstand van de tappen tot het tapwatertoestel juist is;
- controleer of in alle energiesectoren tappen voor warmwater aanwezig zijn. Let hierbij ook op werkkasten, toiletten en dergelijke. Berekeningen waarin is aangegeven dat er geen warmtapwaterpunten aanwezig zijn, moeten met argwaan worden bezien!
- 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;
- wanneer in een energiesector meerdere verschillende toestellen voor warmtapwater aanwezig zijn, moet in de berekening zijn uitgegaan van het (type) toestel waarop de meeste tappen zijn aangesloten;
- ga na of er een voorziening is getroffen voor het afvoeren van de verbrandingsgasen;
- voor meer aandachtspunten over gebouwgebonden WK, zie paragraaf 4.4.3.3.

Opwekkingsrendement

Het opwekkingsrendement van gebouwgebonden WK ten behoeve van warmtapwater wordt ontleend aan het opwekkingsrendement van gebouwgebonden WK voor verwarming. Het rendement is gelijk aan het opwekkingsrendement voor verwarming. Omdat bij gebouwgebonden WK gebruik wordt gemaakt van meerdere toestellen wordt dit opwekkingsrendement niet alleen bepaald door het rendement van het type gebouwgebonden

WK (preferent) maar ook door het rendement van het hulptoestel (niet-preferent). Meer informatie over het opwekkingsrendement van gebouwgebonden WK voor verwarming is te vinden in paragraaf 4.4.3.3.

Relaties met andere installaties

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

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

In de EPC-berekening kan gebouwgebonden WK ten behoeve van warmtapwater alleen worden ingevoerd als tevens bij verwarming gebouwgebonden WK is ingevoerd.

Het opwekkingsrendement voor warmtapwater is afhankelijk van het rendement van gebouwgebonden WK voor verwarming en het rendement van het hulptoestel

INSTALLATIE W - VERWARMING EN HULPENERGIE		
Verwarmingssysteem 1 - Systeem 1		
preferent toestel	type toestel	: gebouwgebonden warmtekracht
	type warmtekracht	: gasmotor 200<Pwk<= 500 kW
	warmtetransportleidingen	: volledig in pandig
	thermisch vermogen wk	: >=10% van totale thermisch vermogen
	vermogen	: 320,0 kW
niet-preferent toestel	type toestel	: HR-ketel
	type HR-ketel	: HR-107 Ketel
	temperatuurniveau	: Taanv >= 55°C
	vermogen	: 80,0 kW
	gebouwgebonden warmtelevering op afstand	: ja
installatiekenmerken	opwekkingsrendement Nopw;verw	: 0,610 [-]
hulpenergie	aantal ketels-cv/luchtverwarmers met waakvlam	: 0
aangewezen sectoren	A.1 - Ziekenhuis	
INSTALLATIE W - WARMTAPWATER		
type toestel voor warmtapwaterbereiding	: warmtekracht	Nopw;tap = 0,610
systeem voor distributie van warmtapwater	: toepassing van circulatieleiding	Nsys;tap = 0,600
afleverset warmtapwaterbereiding	: nee	
sectoren met tappen voor warmwater	: A.1 - Ziekenhuis	

Hier is voor de warmtapwater-distributie uitgegaan van een circulatieleiding

Een grote warmtekrachtinstallatie in een utiliteitsgebouw.



4.4. installaties
4.4.5. warmtapwater

4.4.5.5. externe warmtelevering

Beschrijving

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 sportgebouwen, ziekenhuizen en logiesgebouwen is de vraag naar warmtapwater groter. In de energieprestatierekenmethodiek wordt rekening gehouden met dit verschil in warmtapwaterbehoefte per gebruiksfunctie.

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 tapwaterverwarming 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 naar de afnemers gebracht.

Bij externe warmtelevering wordt in de technische ruimte van het gebouw een (of meerdere) warmtewisselaar 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.

Aandachtspunten

- externe warmtelevering ten behoeve van warmtapwater wordt vrijwel altijd gecombineerd met externe warmtelevering voor verwarming. Andersom hoeft dit niet het geval te zijn. Controleer dit in de invoer van de berekening;
- bij externe warmtelevering voor warmtapwater is altijd sprake van een afleverset. Controleer dit in de invoer van de berekening;
- ga aan de hand van de tekeningen na of de afstand van de tappunten tot de warmtewisselaar juist is;
- controleer of in alle energiesectoren tappunten voor warmwater aanwezig zijn. Let hierbij ook op werkkasten, toiletten en dergelijke. Berekeningen waarin is aangegeven dat er geen warmtapwaterpunten aanwezig zijn, moeten met argwaan worden bezien!
- 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;
- wanneer in een energiesector meerdere verschillende toestellen voor warmtapwater aanwezig zijn, moet in de berekening zijn

uitgegaan van het (type) toestel waarop de meeste tappunten zijn aangesloten;

- voor meer aandachtspunten over externe warmtelevering, zie paragraaf 4.4.3.5.

Opwekkingsrendement

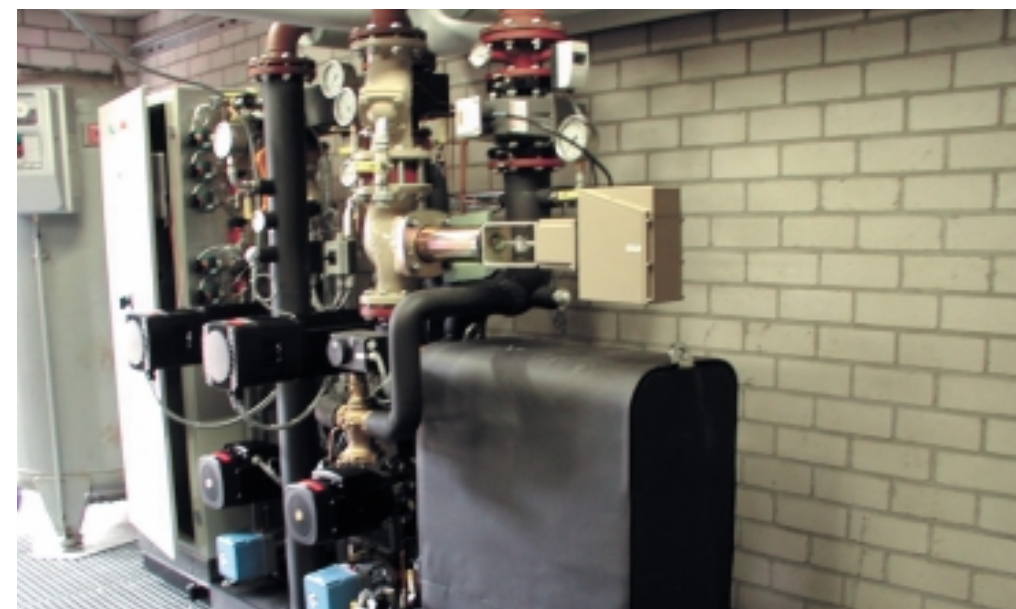
Externe warmtelevering betreft over het algemeen restwarmte, warmte die over is. Het opwekkingsrendement ten behoeve van warmtapwater wordt bepaald door de manier waarop de restwarmte is opgewekt. Er kan in de berekening alleen gebruik worden gemaakt van een opgelegde waarde van 1.0. Gebruik van een gelijkwaardigheidsverklaring voor het rendement van externe warmtelevering is niet toegestaan omdat de rendementen voor warmtelevering een beleidsmatige keuze zijn.

Relatie met andere installaties

Uiteraard kan externe warmtelevering alleen worden toegepast in die plaatsen of wijken waar deze voorziening aanwezig is. Door de hoge kosten is externe warmtelevering voor tapwater alleen een optie voor gebouwen met een grote warmtapwaterbehoefte. In de meeste andere situaties zal voor gebouwen met een lage warmtapwaterbehoefte niet gekozen worden voor externe warmtelevering (eventueel wel voor verwarming).

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.



Primair aflevercentrum bij warmtelevering door derden in een utiliteitsgebouw

forfaitair opwekkingsrendement	
gasmotor of warmtepomp	1.0
STEG, productieproces of afvalverbranding	1.0

INSTALLATIE W - WARMTAPWATER		
type toestel voor warmtapwaterbereiding	: externe warmtelevering (STEG)	Nopw;tap = 1,00
systeem voor distributie van warmtapwater	: toepassing van circulatieleiding	Nsys;tap = 0,600
afleverset warmtapwaterbereiding	: nee	
sectoren met tappunten voor warmwater	: A.1 - Kantoor	

4.4. installaties
4.4.5. warmtapwater

4.4.5.6. warmtepomp

Beschrijving

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 sportgebouwen, ziekenhuizen en logiesgebouwen is de vraag naar warmtapwater groter. In de energieprestatierekenmethode wordt rekening gehouden met dit verschil in warmtapwaterbehoefte per gebruiksfunctie.

Warmtepompen worden niet vaak gebruikt voor de verwarming van het tapwater. Voor de volledigheid wordt het systeem hier wel kort behandeld. Meer informatie over warmtepompen voor tapwaterverwarming is te vinden in paragraaf 3.4.5.6 (woningbouw).

In een warmtepomp wordt relatief laagwaardige warmte omgezet in een hoogwaardiger energieniveau. Een warmtepomp heeft altijd een bron met een bepaald (laag) 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 (aquiifer) of bodem. Ook kan restwarmte benut worden uit bijvoorbeeld afvalwater en ventilatie-retourlucht. Overigens geldt dat hoe hoger de temperatuur van de bron is, hoe hoger het rendement van de warmtepomp is.

Wanneer de warmtepomp de warmte op het juiste temperatuurniveau heeft gebracht, kan deze warmte worden gebruikt voor ruimteverwarming en/of warmtapwater.

Aandachtspunten

- het is in de EPC-berekening niet noodzakelijk om voor de warmtepomp ten behoeve van warmtapwater een warmtebron te selecteren;
- ga aan de hand van de tekeningen na of de afstand van de tappunten tot de warmtepomp juist is;
- controleer of in alle energiesectoren tappunten voor warmwater aanwezig zijn. Let hierbij ook op werkkasten, toiletten en dergelijke. Berekeningen waarin is aangegeven dat er geen warmtapwaterpunten aanwezig zijn, moeten met argwaan worden bezien!
- 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;
- wanneer in een energiesector meerdere verschillende toestellen voor warmtapwater aanwezig zijn, moet in de berekening zijn uitgegaan van het (type) toestel waarop de meeste tappunten zijn aangesloten;
- controleer op de bouw de afstand en aanwezigheid van de tappunten.

Opwekkingsrendement

Het opwekkingsrendement van een warmtepomp ten behoeve van tapwater is onafhankelijk van de gebruikte warmtebron en wordt mede bepaald door het opwekkingsrendement van de elektriciteitsvoorziening ($\eta_{el} = 0.39$). Het rendement bedraagt $0.39 * 1.4 = 0.546$. Er kan in de berekening gebruik worden gemaakt van deze forfaitaire waarde. Wanneer een hoger rendement is opgenomen moet deze worden onderbouwd met een kwaliteits- of een gelijkwaardigheidsverklaring.

Relaties met andere installaties

Voor de distributie van warmtapwater zal de afstand van het tappunt tot de warmtepomp vaak groter zijn dan 3 meter, of er wordt gebruik gemaakt van een circulatieleiding. Een warmtepomp voor warmtapwater kan bij uitstek worden toegepast in gebouwen waar geen gasaansluiting is.

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

INSTALLATIE W - WARMTAPWATER		
type toestel voor warmtapwaterbereiding	: warmtepomp	Nopw;tap = 0,546
systeem voor distributie van warmtapwater	: een of meer tappunten >3m van opwekkingstoestel	Nsys;tap = 0,800
sectoren met tappunten voor warmwater	: A.1 - Kantoor	

Gaswarmtepomp



4.4. installaties
4.4.5. warmtapwater

4.4.5.7. zonneboiler

Beschrijving

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 sportgebouwen, ziekenhuizen en logiesgebouwen is de vraag naar warmtapwater groter. In de energieprestatierekenmethode wordt rekening gehouden met dit verschil in warmtapwaterbehoefte per gebruiksfunctie.

Een zonneboiler is een apparaat dat warmte levert voor de verwarming van warmtapwater. Er zijn verschillende typen zonneboilers te onderscheiden, in het kort werken ze als volgt. Via een zonnecollector wordt zonne-energie opgevangen, die via vloeistof die door de collector stroomt wordt omgezet in warmte. De warmte wordt opgeslagen in een boiler. Wanneer de zonneboiler niet genoeg warmte levert wordt het water door middel van een naverwarmer, meestal een CV-ketel, op de juiste temperatuur gebracht. Meer informatie over de verschillende systemen staat vermeld in paragraaf 3.4.5.7 (woningbouw).

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.

Aandachtspunten

- ga aan de hand van de tekeningen na of de afstand van de tappunten tot het boilervat juist is;
- controleer of in alle energiesectoren tappunten voor warmwater aanwezig zijn. Let hierbij ook op werkkasten, toiletten en dergelijke. Berekeningen waarin is aangegeven dat er geen warmtapwaterpunten aanwezig zijn, moeten met argwaan worden bezien!
- 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;
- wanneer in een energiesector meerdere verschillende toestellen voor warmtapwater aanwezig zijn, moet in de berekening zijn uitgegaan van het (type) toestel waarop de meeste tappunten zijn aangesloten;
- controleer op de bouw de afstand en aanwezigheid van de tappunten;
- niet ieder verwarmingstoestel is geschikt voor naverwarming bij

- zonneboilers. Gasgestookte toestellen moeten zijn voorzien van een NZ-gaskeur (zie ook paragraaf 3.4.3.2 (woningbouw));
- controleer op tekening en op de bouwplaats of de zonnecollectoren dusdanig geplaatst zijn dat er geen schaduw op valt;
- de componenten van een zonneboilercombi moeten op verschillende plaatsen in de EPC-berekening zijn ingevoerd. Ga na of er geen componenten vergeten zijn.

Energieopbrengst

Het opwekkingsrendement van de zonneboiler wordt uitgedrukt in een jaarrendement. Bij utiliteitsbouw wordt altijd gerekend met een jaarrendement van 50%, van dit rendement mag niet worden afgeweken. De opbrengst van een zonneboilersysteem wordt verder bepaald door de oppervlakte van de collectoren en de hoeveelheid zonne-energie die, afhankelijk van de oriëntatie en hellingshoek, op de collector valt.

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn. De juiste invoer van een zonneboiler moet op twee plaatsen in de EPC-berekening worden gecontroleerd. In het onderstaande voorbeeld is uitgegaan van zonnecollector met een totaal oppervlak van 5.0 m². Deze collector is gekoppeld aan een HR-combiketel die voor de naverwarming van het water zorgt.

Relaties met andere installaties

Een zonneboiler wordt altijd gecombineerd met een naverwarmingstoestel. Elk type opwekkingstoestel voor warmtapwater komt hiervoor in principe in aanmerking.



Deze zonneboilercombi heeft een opslagcapaciteit van 180 liter.

INSTALLATIE W - WARMTAPWATER		
type toestel voor warmtapwaterbereiding	: HR-combi	Nopw;tap = 0,550
systeem voor distributie van warmtapwater	: een of meer tappunten >3m van opwekkingstoestel	Nsys;tap = 0,800
sectoren met tappunten voor warmwater	: A.1 - Clubhuis	

INSTALLATIE W - ZONNECOLLECTOREN TAPWATER			
omschrijving	orientatie	helling [°]	Aze;tap [m ²]
zonneboiler	zuid	42	5,00

4.4. installaties

4.4.6. pompen

4.4.6.1. regelingen 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 verwarmings- en koelingsstelsel 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 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.

Aandachtspunten

- controleer op de bouw of daadwerkelijk toerengeregelde pompen zijn toegepast.

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 en/of het gekoeldwatercircuit voorzien is van een dergelijke regeling, wordt het energiegebruik voor pompen met 50% gereduceerd.

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

Pompen en regelingen



INSTALLATIE W - POMPEN

pompen in warmwatercircuit	: >50% van opgesteld asvermogen heeft automatische toerenregeling	Fregel;verw = 0,50
pompen in gekoeld water circuits	: >50% van opgesteld asvermogen heeft automatische toerenregeling	Fregel;koel = 0,50

4.4.7. koeling

4.4.7.1. koude-afgiftesystemen

Beschrijving

Over het algemeen wordt in een utiliteitsgebouw 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 koude-afgiftesystemen 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

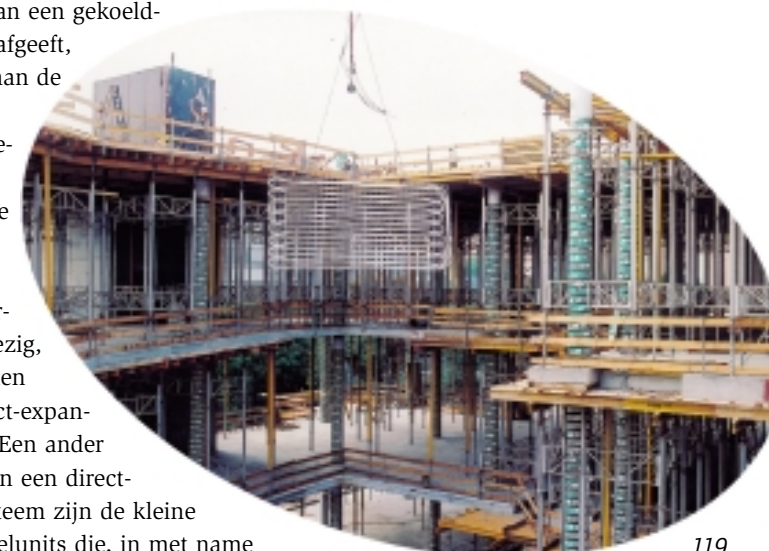
aanvullende koeling. De gekoelde lucht zorgt dan als het ware voor een bepaalde minimum hoeveelheid koeling;

- 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 seizoensopslag (zie paragraaf 4.4.7.4) maken gebruik van hogetemperatuur koeling. In de energieprestatieberekening kan deze hoge temperatuur koeling echter niet extra worden gewaardeerd omdat er geen eenduidige meetvoorschriften zijn

Een beroep op gelijkwaardigheid is hier dus niet mogelijk. Hoge temperatuur koeling heeft als aanvullend voordeel dat er minder snel kans op condensatie optreedt. Hoge temperatuurkoeling kan hierdoor zelfs in gebouwen met natuurlijke ventilatie toegepast worden. Wanneer hoge temperatuur koeling wordt toegepast, moet wel rekening gehouden worden met de extra ruimte die benodigd is voor de koeler in de luchtbehandelingskast en/of koel-elementen 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

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



4.4. installaties

4.4.7. koeling

oude gebouwen zonder koeling, aan de buitenzijde van de gevel hangen. Direct-expansie systemen worden relatief weinig toegepast en zijn niet in de energieprestatienorm opgenomen.

Betonkernactivering is een relatief nieuwe methode waarbij onder andere gebruik wordt gemaakt van de massa van de vloerconstructie. 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 bovenwaping 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-rekenmethode wordt dit systeem (nog) niet gewaardeerd.

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



Aandachtspunten

- 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

Het type koude-afgiftesysteem bepaalt het systeemrendement voor koeling. Het systeemrendement is een maat voor de energieverpilling die optreedt door het tegelijkertijd verwarmen en koelen en de optredende energieverliezen door warmte- en koudetransport binnen een gebouw. Systeemrendementen zijn dus afhankelijk van het type warmte- en/of koudetransport.

De aanvoertemperatuur (T_{aanv}) heeft in de EPC-berekening geen gevolgen voor het systeemrendement. Ook op de hoogte van het opwekkingsrendement van het koeltoestel heeft de aanvoertemperatuur geen effect, alhoewel dit in de werkelijkheid wel een effect heeft. Door het ontbreken van eenduidige meetvoorschriften is een beroep op gelijkwaardigheid in deze gevallen niet mogelijk.

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

INDELING GEBOUW - KLIMATISERINGSSYSTEMEN					
klim. syst.	omschrijving	ventilatielucht toevoer	afvoer	transportmedium. warmte	koeling
A	mech.vent: inductieunits	mechanisch	mechanisch	water/lucht	water/lucht

Voorbeeld van 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.

4.4.7.2. absorptiekoelmachine

Beschrijving

Absorptiekoelmachines werken volgens een geheel ander principe dan compressiekoelmachines (zie paragraaf 4.4.7.3). Bij een compressiekoelmachine wordt gebruik gemaakt van elektrische aandrijfenergie, 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 restwarmte van bijvoorbeeld een warmtekrachtinstallatie of externe warmtelevering. Voorwaarde is wel dat de (rest)warmte een voldoende hoge temperatuur heeft ($> 110^{\circ}\text{C}$).

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 geluidproductie 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.

Aandachtspunten

- absorptiekoeling kan alleen worden toegepast indien er sprake is van restwarmte. Dit betekent in de EPC-berekening dat er bij het onderdeel verwarming sprake moet zijn van gebouwgebonden warmtekracht of externe warmtelevering. Ga na of dit het geval is;
- ga na of het type warmtekracht of externe warmtelevering bij verwarming overeen komt met het type bij koeling (bijvoorbeeld bij beiden externe

warmtelevering door middel van een STEG);

- 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.

Opwekkingsrendement

Het opwekkingsrendement van een absorptiekoelmachine is afhankelijk van het type restwarmte waarvan de absorptiekoelmachine gebruik maakt. In de EPN-methode wordt onderscheid gemaakt tussen absorptiekoelmachines die gebruik maken van warmte van externe warmtelevering (zie paragraaf 4.4.3.5) of gebouwgebonden warmtekracht (zie paragraaf 4.4.3.3). Het type externe warmtelevering of gebouwgebonden warmtekracht is hierbij eveneens van belang. Er kan in de berekening in principe alleen gebruik worden gemaakt van forfaitaire waarden. Van de op de volgende pagina beschreven

Absorptiekoelmachine



absorptiekoelmachine met externe warmtelevering	$\eta_{opw;koel}$	absorptiekoelmachine met gebouwgebonden warmtekracht	$\eta_{opw;koel}$
gasmotor	0.70	mini WK: 5 – 20 kW _e	0.57
warmtepomp	0.70	gasmotor: 20-200 kW _e	0.54
STEG	0.77	gasmotor: 200 – 500 kW _e	0.50
industrieel productieproces	0.77	gasmotor 500 – 1000 kW _e	0.44
afvalverbranding	0.77	WK: 1000 – 25000 kW _e	0.40

rendementen voor absorptiekoeling in combinatie met gebouwgebonden warmtekracht kan alleen worden afgeweken als aangetoond kan worden dat het thermische omzettingstal voor warmtekracht afwijkt van de waarden uit tabel F.1 van NEN 2916. Het rendement voor absorptiekoeling in combinatie met warmtekracht bedraagt namelijk $1.0 \cdot \epsilon_{wk;th}$. Hierin is 1.0 een vast gegeven, maar van de waarden voor $\epsilon_{wk;th}$ mag wel door middel van een gelijkwaardigheidsverklaring worden afgeweken.

Voor absorptiekoelmachines met externe warmtelevering geldt dat het opwekkingsrendement bepaald wordt door $0.7 \cdot \eta_{equiv;verw;wd}$. Hierbij is geen beroep op gelijkwaardigheid mogelijk omdat de waarde van $\eta_{equiv;verw;wd}$ een beleidsmatig opgelegde waarde is die niet gewijzigd mag worden. Ook de factor 0.7 is een vaste waarde.

Relaties met andere installaties

Een absorptiekoelmachine wordt alleen toegepast in situaties waarin restwarmte beschikbaar is. In de EPN-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.

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

Ga na of de combinatie van het verwarmingssysteem en koelsysteem logisch is.

INSTALLATIE W - VERWARMING EN HULPENERGIE			
<i>Verwarmingssysteem 1 - Systeem 1</i>			
verwarmingstoestel	type toestel	:	externe warmtelevering
	type externe warmtelevering	:	industrieel productieproces
installatiekenmerken	opwekkingsrendement $\eta_{opw;verw}$:	1,100 [-]
hulpenergie	aantal ketels-cv/luchtverwarmers met waakvlam	:	0
aangewezen sectoren	A.1 - Kantoor		
INSTALLATIE W - KOELING			
<i>Koelsysteem 1 - Systeem 1</i>			
koeltoestel	type toestel	:	absorptiekoelmachine op externe warmtelevering
	type absorptiekoelmachine	:	industrieel productieproces
installatiekenmerken	opwekkingsrendement $\eta_{opw;koel}$:	0,770 [-]
aangewezen sectoren	A.1 - Kantoor		

4.4.7.3. compressiekoelmachine

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 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 verdampers verdampert. Bij deze laatste stap wordt warmte aan water (indirecte expansiekoeling) of aan lucht (directe expansiekoeling) onttrokken. In de verdampers 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 warmte die vrijkomt in de condensor kan op twee manieren aan de buitenomgeving worden afgegeven. In de meeste gevallen worden de condensers op het dak van een gebouw geplaatst. Door middel van ventilatoren wordt relatief koude buitenlucht langs de condensers geblazen waardoor deze hun warmte kwijt raken. Een dergelijk systeem noemt men een luchtgekoelde koelmachine. Bij een watergekoelde koelmachine wordt de warmte van de condensers afgegeven aan water, dit water geeft vervolgens z'n warmte aan de omgeving af via bijvoorbeeld een koeltoren.

Ook is het mogelijk om voor de koeling van de condensor gebruik te maken van oppervlaktewater. In utiliteitsgebouwen worden voornamelijk luchtgekoelde koelmachines toegepast. Let op: het onderscheid tussen luchtgekoeld en watergekoelde koelmachines

betreft de afgifte aan de buitenlucht, en niet de afgifte aan het gebouw (zie paragraaf 4.4.7.1).

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 centrifugaalcompressoren 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.

Aandachtspunten

- compressiekoelmachines kunnen vrij veel geluid produceren. De geluidsuitstraling naar de omgeving kan een probleem vormen;
- wanneer in een gebouw voor de verwarming gebruik wordt gemaakt van een warmtepomp met als bron buitenlucht, dan kan deze warmtepomp eventueel ook

Watergekoelde compressiekoelmachine met schroefcompressor



4.4.

installaties
4.4.7. koeling

gebruikt worden voor de koeling (koelmachine is een omgekeerde warmtepomp), zie paragraaf 4.4.3.6. Deze situatie kan in de EPC-berekening het best benaderd worden door voor verwarming te kiezen, voor een warmtepomp met als bron buitenlucht, en voor koeling voor een compressiekoelmachine. Wanneer de warmtepomp als bron een aquifer gebruikt, dan is er sprake van 'warmtepomp in zomerbedrijf', zie de paragrafen 4.4.3.4 en 4.4.7.4.

Opwekkingsrendement

Het opwekkingsrendement van een compressiekoelmachine is afhankelijk van het type compressor en condensor. In de EPN-methodiek wordt echter geen onderscheid gemaakt. Een compressiekoelmachine heeft een forfaitair opwekkingsrendement van $4 \cdot \eta_{el} = 1.56$. In deze formule is de factor 4 de zogenoemde COP. Over het algemeen wordt het rendement van een koelmachine uitgedrukt in de COP. De COP is de verhouding tussen de nuttig geleverde koude en de daarvoor benodigde aandrijfenergie, inclusief eventuele motorverliezen en exclusief energie voor hulpapparatuur. In de energieprestatienorm wordt de COP vervolgens omgerekend naar een opwekkingsrendement. Het is niet toegestaan om af te wijken van dit forfaitaire rendement. Door het ontbreken van eenduidige meetvoorschriften is een beroep op gelijkwaardigheid niet toegestaan.

Relaties met andere installaties

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

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

Luchtgekoelde compressiekoelmachine



INSTALLATIE W - KOELING

Koelsysteem 1 - Systeem 1		
koeltoestel	type toestel	: compressie koelmachine
installatiekenmerken	opwekkingsrendement Nopw;koel	: 1,560 [-]
aangewezen sectoren	A.1 - Kantoor	

4.4.7.4. seizoensopslag

Beschrijving

Seizoensopslag 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 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.

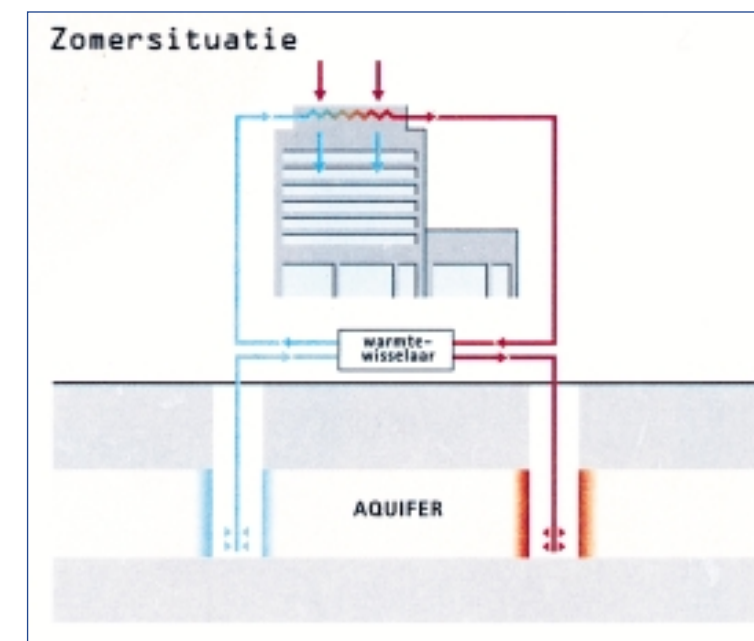
Het temperatuurniveau van het koudwatersysteem bij seizoensopslag is hoger dan bij een traditioneel systeem

(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 4.4.7.1).

In het geval dat de temperatuur van het koud-watersysteem niet mag stijgen kan het systeem worden uitgebreid met een koelmachine of een warmtepomp die als koelmachine wordt gebruikt (zie paragraaf 4.4.3.6). De koelmachine of warmtepomp kan dan voor de benodigde nakoeling zorgen. Dit systeem heeft een lager rendement dan een systeem waarin geen gebruik gemaakt wordt van een koelmachine of warmtepomp.

Voor een beschrijving van het proces dat in de winterperiode plaatsvindt wordt verwezen naar paragraaf 4.4.3.4.

Principeschema van seizoensopslag in de zomersituatie



4.4.

installaties

4.4.7. koeling

Aandachtspunten

- 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 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.

Opwekkingsrendement

Het opwekkingsrendement van seizoensopslag 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 het rendement in de EPC-berekening 4.68 (ter vergelijking een compressiekoelmachine heeft een rendement van 1.56). Systemen waarin een warmtepomp in combinatie met seizoensopslag wordt toegepast hebben een forfaitair rendement van 1.95 (warmtepomp in zomerbedrijf).

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) 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.

In het onderstaande schema is aangegeven welke logische combinaties voor de invoer van een EPC-berekening van toepassing zijn:

stelsel	verwarming	koeling	ventilatie: koude laden met LBK ?
'pure' seizoensopslag	willekeurig opwekkingstoestel	koude-opslag	ja
seizoensopslag met warmtepomp	warmtepomp met als bron aquifer	warmtepomp in zomerbedrijf	ja / nee

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

'Pure' seizoensopslag

INSTALLATIE W - VERWARMING EN HULPENERGIE		
<i>Verwarmingssysteem 1 - Systeem 1</i>		
verwarmingstoestel	type toestel	: HR-ketel
	type HRketel	: HR-107 ketel
	temperatuurniveau	: Taanv < 55°C
installatiekenmerken	opwekkingsrendement Nopw;verw	: 0,925 [-]
hulpenergie	aantal ketels-cv/luchtverwarmers met waakvlam	: 0
aangewezen sectoren	A.1 - Kantoor	

INSTALLATIE W - KOELING		
<i>Koelsysteem 1 - Systeem 1</i>		
koeltoestel	type toestel	: koude-opslag
installatiekenmerken	opwekkingsrendement Nopw;koel	: 4,680 [-]
aangewezen sectoren	A.1 - Kantoor	

INSTALLATIE W - REGELING VENTILATIE		
<i>Energiesector A.1 - Sector A.1</i>		
qv;min	[dm³/s]	: 326,5
qv;m;werk	[dm³/s]	: 1833,0
terugregeling buitenlucht		: mech. ventilatie, terugregeling debiet >= 20%
warmteterugwinapparaat		: geen warmteterugwinning
rendement nrtw	[-]	: 0,000
koudeladen		: ja
natuurlijke ventilatie		: geen
uv;n;koel	[dm³/s m²]	: 0,00

Seizoensopslag met warmtepomp

INSTALLATIE W - VERWARMING EN HULPENERGIE		
<i>Verwarmingssysteem 1 - Systeem 1</i>		
verwarmingstoestel	type toestel	: warmtepomp
	type warmtepomp	: elektrische warmtepomp
	temperatuurniveau	: Taanv < 35°C
	bronnen	: grondwater/aquifer
installatiekenmerken	opwekkingsrendement Nopw;verw	: 1,825 [-]
hulpenergie	aantal ketels-cv/luchtverwarmers met waakvlam	: 0
aangewezen sectoren	A.1 - Kantoor	

INSTALLATIE W - KOELING		
<i>Koelsysteem 1 - Systeem 1</i>		
koeltoestel	type toestel	: warmtepomp in zomerbedrijf
installatiekenmerken	opwekkingsrendement Nopw;koel	: 1,950 [-]
aangewezen sectoren	A.1 - Kantoor	

4.4 installaties

4.4.8. bevochtiging

4.4.8.1. bevochtigingssystemen

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).

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

- stoombevochtiging: 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 verstuiers 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;
- infrason bevochtiging: dit is een methode om verstuiving van water mogelijk te maken door middel van trillingen. Door middel van infrason geluidsgolven die in de bevochtiger worden gegenereerd, wordt water onder hoge druk in de luchtstroom verneveld;
- 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.

Aandachtspunten

- controleer op de bouwplaats of, bij toepassing van waterbevochtiging, continu gebruik wordt gemaakt van vers water. Dit in verband met het gevaar van bacteriën;
- ga na of de gebruiksoppervlakte die bij bevochtiging is ingevuld,

juist is. Het betreft hier de gebruiksoppervlakte van het gedeelte van de energiesector dat van bevochtigde lucht wordt voorzien. Deze oppervlakte kan kleiner zijn dan de totale oppervlakte van de energiesector;

- 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 'Installatie W - regeling ventilatoren' gekozen is voor warmteterugwinning door middel van een langzaam roterende/intermitterende warmtewisselaar;
- controleer bij de eindresultaten of de post $Q_{\text{prim;bevochtiging}}$ groter dan 0 MJ is. Wanneer dit niet het geval is kan het zijn dat:
 - men vergeten is een energiesector aan het bevochtigingssysteem toe te wijzen;
 - men vergeten is een waarde voor $q_{v;m;werk}$ in te vullen (zie paragraaf 4.4.4.1).

Energiegebruik

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

Ultrasoonbevochtiging, waterbevochtiging en stoombevochtiging met een (niet-elektrische) stoomketel moeten als niet-elektrische

bevochtiginginstallatie worden beschouwd. Een bevochtiginginstallatie waarbij de verdampingswarmte voor het water door elektriciteit wordt geleverd (bijvoorbeeld elektrische stoombevochtiging) moeten als elektrische bevochtiginginstallatie 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.

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 luchttoevoorziening. Vochtterugwinning kan alleen worden toegepast indien er sprake is van mechanische luchttoe- en afvoer.

EPC-berekening

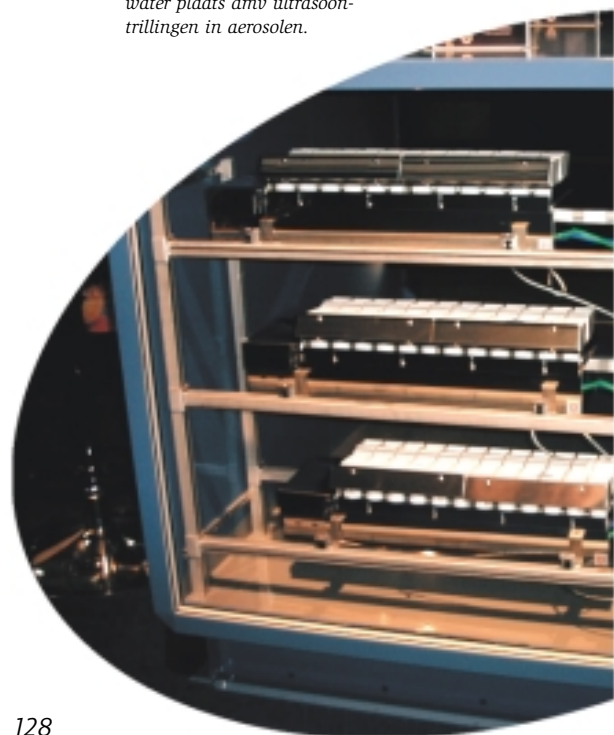
Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

INSTALLATIE W - BEVOCHTING		
Bevochtigingssysteem 1 - Systeem 1		
type bevochtiging		: voeding elektrisch
opwekkingsrendement (Nopw;verw)		: 0,390 [-]
type installatie vochtterugwinning		: met vochtterugwinning
Toewijzing energiesectoren aan bevochtigingssystemen		
energiesector	Ag;bev [m ²]	bevochtigingssysteem
A1 - Kantoor	816,2	Systeem 1

Let op dat daadwerkelijk een energiesector aan het bevochtigingssysteem is toegewezen. Wanneer geen energiesector is toegewezen is deze regel leeg.

De oppervlakte van het te bevochtigen deel van de energiesector hoeft niet hetzelfde te zijn als de totale oppervlakte van de energiesector.

In een ultrasoon bevochtigungsapparaat vindt verstuiwing van water plaats dmv ultrasoontrillingen in aerosolen.



4.4. installaties

4.4.9. verlichting

4.4.9.1. 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;
- 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 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.

Aandachtspunten

- ga op de bouw na of de lichtregeling overeenkomt met hetgeen in de berekening is aangehouden;
- als in een energiesector meerdere regelingen zijn toegepast, dan mag voor de hele sector het systeem in rekening worden gebracht waarvan de reductiefactor voor ten minste 70% van de vloeroppervlakte van die verlichtingssector van toepassing is. Splitsen in meerdere systemen is ook toegestaan;
- wanneer meer dan 70% van de verlichtingsarmaturen is voorzien van armatuurafzuiging dan moet dit zijn aangegeven in de berekening;
- controleer of de aanwezigheidsdetectie daadwerkelijk aanwezig is;

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



- 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 A_{daglicht} van belang. Ga na of A_{daglicht} op de juiste wijze is bepaald. In hoofdstuk 11.3 van NPR 2917 staat uitgebreid beschreven hoe A_{daglicht} moet worden bepaald. A_{daglicht} is (vrijwel) altijd kleiner dan $A_{\text{verlichting}}$!

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 m^2 . 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.

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 ($f_{\text{regel,daglicht}}$ en $f_{\text{regel,kunstlicht}}$). Van deze waarden mag worden afgeweken, afwijkingen moet wel worden onderbouwd met een kwaliteits- of een gelijkwaardigheidsverklaring.

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.

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

omschrijving regeling/ schakeling	$f_{\text{regel, kunstlicht}}$	$f_{\text{regel, daglicht}}$
veegpuls-schakeling in combinatie met daglichtschakeling of -regeling	0.70	0.55
daglichtschakeling of -regeling	0.80	0.60
veegpuls-schakeling	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

ga bij een daglichtschakeling na of A_{daglicht} klopt!

INSTALLATIE E - VERLICHTING									
energiesector	$P_{\text{verlichting}}$ [kW]	armatuur afzuiging	aanw.detectie in $\geq 70\%$ A_g	A_g ;sec [m ²]	T_{dag} [-]	T_{avond} [-]	F_{avond} [-]	$Q_{\text{prim;vl;sec}}$ [MJ]	
A.1	38,68	12,00 ja	ja	3223,0	2200,0	200,0	0,5	483360	
verlichtingssector	regeling verlichting		A_{verl} [m ²]	A_{dagl} [m ²]	A_{kunstl} [m ²]	$f_{\text{regel;kunstl}}$ [-]	$f_{\text{regel;dagl}}$ [-]	$Q_{\text{prim;vl}}$ [MJ]	
A.1 / 1	veeg+daglichtschakeling		3223,0	890,0	2333,0	0,70	0,55	483360	

4.4. installaties

4.4.9. verlichting

4.4.9.2. verlichtingssystemen

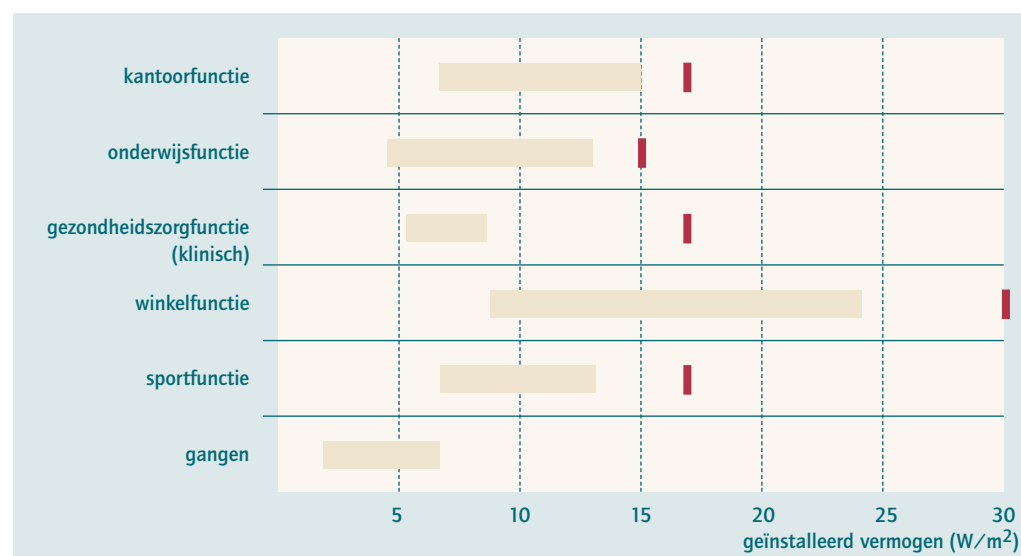
Beschrijving

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 voorschakelapparaten, fluorescentielampen met weinig lichtterugval en hoogrendement spiegeloptiekarmaturen. 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.



Aandachtspunten

- 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;

- het geïnstalleerde vermogen is het vermogen van de lampen inclusief voorschakelapparatuur!
- in principe hoeft alleen het geïnstalleerde vermogen van de gebouwgebonden verlichting in de EPC-berekening te zijn opgegeven. De vermogens van losse bureaulampen (werkplekverlichting) mogen dus buiten beschouwing worden gelaten.

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 4.4.9.1.

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.

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

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



INSTALLATIE E - VERLICHTING									
energiesector	Pverlichting [kW]	armatuur afzuiging [W/m²]	aanw.detectie in >= 70% Ag	Ag;sec [m²]	Tdag [-]	Tavond [-]	Fvl;avond [-]	Qprim;vl;sec [MJ]	
A.1	38,68	12,00	ja	3223,0	2200,0	300,0	0,5	483360	
verlichtingssector	regeling verlichting	Averl [m²]	Adagl [m²]	Akunstl [m²]	Fregel;kunstl [-]	Fregel;dagl [-]	Qprim;vl [MJ]		
A.1 / 1	veeg+daglichtschakeling	3223,0	890,0	233,0	0,70	0,55	483360		

4.4 installaties

4.4.10. PV-cellen

4.4.10.1. zonnecellen

Beschrijving

Zonnecellen of fotovoltaïsche 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. In het verleden werden ook systemen met amorfe zonnecellen toegepast maar deze zijn inmiddels minder gangbaar. Er zijn twee soorten PV-systemen, netgekoppelde en autonome systemen (zie paragraaf 3.4.7.1 woningbouw).

Zonnecellen worden in serie geschakeld en leveren gelijkstroom. Door middel van een omvormer wordt deze gelijkstroom omgezet in wisselstroom zodat de opwekte elektriciteit in het gebouw kan worden gebruikt. De omvormer kan centraal worden geplaatst of decentraal (in meterkast of direct aan PV-cellen gekoppeld).

PV-systemen worden 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 geringer dan van een goed opgesteld daksysteem.

Aandachtspunten

- controleer aan de hand van tekeningen de ingevoerde oriëntatie, hellingshoek en oppervlakte van de zonnecellen;
- ga na of het systeem niet beschaduwd wordt. 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 EPN-methodiek niet gehonoreerd;
- de energieopbrengst van verschillende PV-systemen loopt nogal uiteen: vraag gegevens op over het toegepaste systeem.

Energieopbrengst

Bij zonnecellen is sprake van een energieopbrengst. In de EPC-methodiek zijn twee methoden voorhanden om deze energieopbrengst te bepalen:

- de methode uit NEN 5128, zie paragraaf 3.4.7.1 (woningbouw);
- de methode uit NEN 2916. Deze methode is minder uitgebreid en gaat uit van een standaard mate van belemmering van de panelen.

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



Relaties met andere systemen

Een PV-systeem is een elektriciteitsopwekkingssysteem en wordt in principe onafhankelijk van andere opwekkingssystemen toegepast.

EPC-berekening

Hieronder is een stukje uitdraai van een EPC-berekening te zien. Aangegeven is wat gebruikelijke waarden zijn.

PV-panelen geïntegreerd in een daglichtstrook in het dakvlak



kristallijne zonnecellen

INSTALLATIE W - FOTOVOLTAISCHE SYSTEMEN				
type systeem	orientatie	helling [°]	Apv [m²]	Spv [Wp/m²]
PV-systeem	zuid	36	25,00	115,00

RESULTATEN - ENERGIEPRESTATIEGEGEVENS		
verwarming	Qprim;verw	655290 MJ
ventilatoren	Qprim;vent	157680 MJ
warmtapwater	Qprim;tap	36625 MJ
pompen	Qprim;pomp	33056 MJ
koeling	Qprim;koel	134638 MJ
bevochtiging	Qprim;bev	42841 MJ
verlichting	Qprim;vl	379938 MJ
comp. PV-cellen	Qprim;pv	-14655 MJ

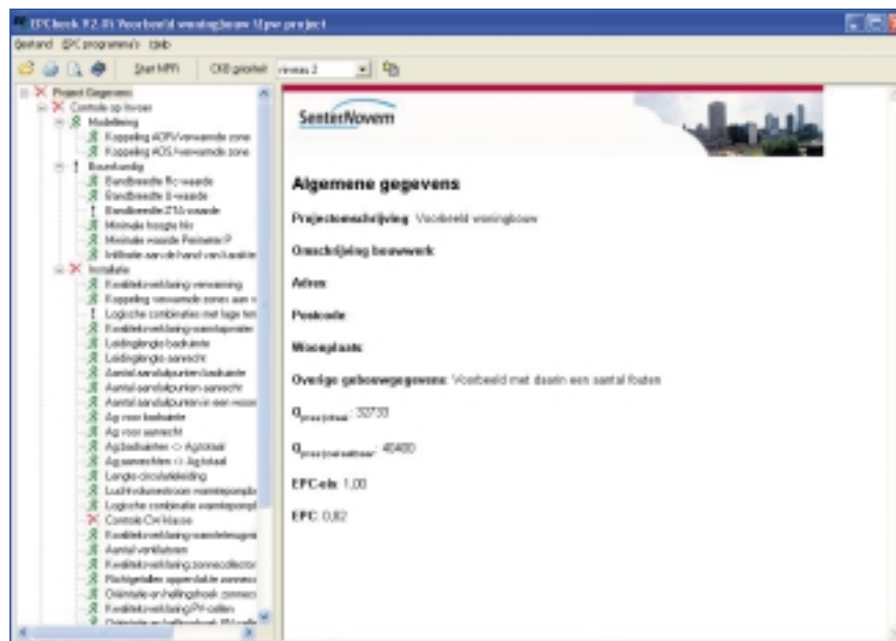
de jaaropbrengst wordt in mindering gebracht op de totale energievraag

5. Instrumenten voor het toetsen van EPC-berekeningen

Het Ministerie van VROM/DGW en SenterNovem spannen zich al geruime tijd in om tot een betere controle op de berekende en gerealiseerde energieprestatie voor woningbouw en utiliteitsbouw te komen. Om gemeenten beter in staat te stellen EPC-berekeningen te controleren, is een aantal instrumenten ontwikkeld voor planbeoordelaars van de gemeentelijke Bouw- en Woningtoezichten en/of anderen die in opdracht van gemeenten EPC-berekeningen toetsen. Ook voor ontwerpende partijen kunnen deze instrumenten een meerwaarde betekenen. De ontwikkelde instrumenten zijn gebruiksvriendelijk en vragen weinig toelichting.

Overzicht ontwikkelde instrumenten

- **EPCheck:** een computerprogramma dat snel en eenvoudig een indicatie geeft van de kwaliteit van een aangeleverde EPC-berekening. Daarnaast levert het computerprogramma handige achtergrondinformatie en verwijzingen naar externe bronnen zoals de normen en het Handboek Handhaving EPN. In EPCheck kunnen zowel woningbouw- als utiliteitsbouwberekeningen worden ingelezen. Deze berekeningen worden vervolgens op zo'n 50 verschillende punten gecontroleerd. Er wordt onder andere gekeken of de invoergegevens binnen bepaalde bandbreedtes liggen en of de toegepaste combinaties logisch zijn. Met één druk op de knop kan een lijst worden afgedrukt waarop de gevonden aandachtspunten of fouten staan vermeld. Ook is het mogelijk een lijst voor de toetsing op de bouwplaats af te drukken. Het computerprogramma EPCheck kan niet de volledige toetsing overnemen; handmatige controle blijft nodig. Het is mogelijk dat in de loop van het jaar een update van EPCheck verschijnt; de meest recente versie is te vinden op www.senternovem.nl/epn bij het onderdeel Handhaving.



- **Handboek Handhaving EPN.** Een praktisch naslagwerk met bouwkundige en installatietechnische informatie met betrekking tot de technische achtergronden van de bouwaanvraag. In het handboek wordt vooral veel aandacht besteed aan de verschillende installaties die in woningen en utiliteitsgebouwen worden toegepast. Per installatie wordt een korte omschrijving van de werking gegeven. Daarnaast wordt aangegeven hoe deze installatie in de uitdraai van een EPC-berekening te herkennen is, en waar op gelet moet worden. Het voorliggende document is het Handboek.

Foto's beschikbaar gesteld door: Agpo, Atag, Carrier, Comfort Dak, Daalderop, DGMR, Van Domburg, Gastec Certification, Holland Heating, Nathan, Navos, Nefit, SenterNovem, Nuon, RBB, Remeha, Stiebel Eltron, Stork Air, Stulz Groep, Ursus, Velta, WTH.

- **Voorbeeldrapportages** zowel voor woningbouw als utiliteitsbouw (in Word). Deze voorbeeldrapportages kunnen door gemeenten aan indieners van berekeningen ter beschikking worden gesteld, met als doel te komen tot een volledige en meer uniforme wijze van indienen door aanvragers.
- **Checklists:** een korte en uitgebreidere checklist op papier, om EPC-berekeningen snel handmatig op hoofdpunten te kunnen controleren.

Op alle fronten valt winst te behalen

Het gebruiken van de ontwikkelde instrumenten levert direct meerwaarde op, waar het gaat om:

- **De kwaliteit van de gebouwenvoorraad.** Een grotere aandacht voor handhaving van de gestelde energie-eisen zal de kwaliteit

van te bouwen of aan te passen woningen en andere bouwwerken (voor zover EPC-plichtig) verhogen. De bij de aanvraag voorgestelde kwaliteit wordt met een grotere mate van zekerheid ook gerealiseerd.

- **De kwaliteit van de uitvoerders.** Uitvoerders van bouwprojecten kunnen op basis van een meer gestructureerde controle beter op hun feitelijke kwaliteit beoordeeld worden. Dit kan ook van belang zijn bij het door gemeenten zelf aanbesteden van bouwprojecten.
- **Efficiency.** Door vereenvoudiging, uniformering en digitalisering kunnen binnen het gemeentelijk apparaat in dezelfde tijd meer controles plaatsvinden en wordt de wettelijke controletaak beter vervuld.
- **Kennisverhoging.** De in de instrumenten verwerkte achtergrondinformatie levert direct nieuwe en/of meer actuele kennis op waarmee ambtenaren een beter weerwoord kunnen leveren in discussies met bouwpartijen. Kennis die ook nodig is in verband met de voortschrijdende aanscherping van de energie-eisen en mogelijk te nemen gemeentelijke initiatieven in het kader van het Klimaatconvenant.

Vragen over de toetsing? Speciaal voor planbeoordelaars heeft SenterNovem een **Helpdesk** ingericht waar vragen over de toetsing van EPC-berekeningen kunnen worden gesteld. Vragen kunnen per e-mail worden gesteld aan de **front office non-profit** (gemeenten@senternovem.nl) of per fax (030 - 2393701). De vragen worden door een deskundige op het gebied van energieprestatie beantwoord.

Meer informatie over EPN
Kijk voor actuele informatie én achtergrond informatie over EPN eens op www.senternovem.nl/epn
Hier vindt u niet alleen informatie voor rekenaars, maar óók voor toetsers!

6. Publicatieoverzicht

zonnecollectoren	De Zon in stedenbouw en architectuur, passieve en actieve zonne-energie in de woningbouw	SenterNovem	2000	DV1.1.136
zonnecollectoren	Zon en architectuur, Voorbeelden en ontwerprichtlijnen voor architecten	SenterNovem	2000	2ZNT00.08
zonnecollectoren	Zonneboilers in de nieuwbouw: een duurzame combinatie	Ecofys	2000	E-1197 tel. 030-2808300
warmtapwater	Warmwaterbesparing In deze brochure zijn de belangrijkste (warm) waterbesparende maatregelen in huishoudens beschreven.	SenterNovem	1999	DV1.2.185
verwarming	Hoog Rendement-ketel en Lage temperatuurverwarming Een perfect duo.	SenterNovem	2001	2LTV-01.01 info 046-4202297
verwarming	Negen voorbeelden van woningbouwprojecten met lage temperatuursystemen in nieuwbouwwoningen, subsidie	SenterNovem	2000	DV2.2.116
verwarming	Comfortabel en energiebewust wonen met warmtepompen	SenterNovem	-	DV2.1.131.04
verwarming	Warmtepompen in de woningbouw	SenterNovem	1999	DV2.1.113
verwarming	Warmtepompen in de utiliteitsbouw	SenterNovem	-	DV2.1.104
verwarming	Voorbeeldprojecten woningbouw met warmtepomp (5 x)	SenterNovem	-	2WPPB01. 01, 03-05
verwarming	LTV voor nieuwbouw en renovatie, Meer comfort met minder energie.	SenterNovem	2001	2LTV-01.09
verwarming	Warmtekrachtkoppeling in de gebouwde omgeving	SenterNovem	2002	1LTG001.10
verlichting	Dat licht zo!! Energie-efficiënte verlichting in utiliteitsgebouwen: De normen	SenterNovem	-	DV1.3.120
verlichting	Daglicht afhankelijke verlichting - Dat regelt zich vanzelf	SenterNovem	-	DV1.3.121
verlichting	Verlichtingsystemen voor kantoren	SenterNovem	1998	DV1.1.116
transmissie	HR++ glas	SenterNovem	1998	DV1.2.172
transmissie	Glas in de bouw Deze publicatie geeft inzicht in de stand van zaken en de ontwikkelingen op glasgebied en gaat in op de energetische aspecten.	SenterNovem	1997	DV1.1.90
transmissie	Grote Glasoverkapte Ruimten Uitgebreide publicatie voor de utiliteitsbouw en de woningbouw.	SenterNovem	1996	DV1.2.137
transmissie	Serres. Praktijkvoorbeelden, toepassing en gebruik	SEV/ SenterNovem	1996	SEV tel. 010-4130935
transmissie	Hoge thermische isolatiewaarden in de praktijk - Innovaties in detail	SenterNovem	2002	
pv-cellen	Leidraad PV-projecten	SenterNovem	1998	DV1.1.122
pv-cellen	De Zon in stedenbouw en architectuur, passieve en actieve zonne-energie in de woningbouw	SenterNovem	2000	DV1.1.136
koeling	Meer mogelijkheden door clustering van gebouwen, 12 projecten met extra EPC-verlaging o.a. door toepassing van centrale warmte en koude voorziening	SenterNovem	2000	DV1.3.196
infiltratie	Gevels Dicht !	SenterNovem	1999	DV1.2.184
algemeen	EPL, een nieuw energiebesparingsinstrument bij keuze van een nieuwe energievoorziening	SenterNovem	1998	DV1.102
algemeen	Energieprestaties vormgegeven	SenterNovem	2000	DV1.3.197
algemeen	EP Varianten Utiliteitsgebouwen	SenterNovem	2000	DV1.3.189
algemeen	EP Variantenboek Gezondheidszorg, voorbeeldgebouwen met oude EPC-eisen.	SenterNovem	1997	DV1.3.111
algemeen	Energieprestaties van kantoorgebouwen - Gaat bij u de knop al om?	SenterNovem	1999	DV1.3.14
algemeen	Vuistregels, de EPN in het woningontwerp	BNA/ SenterNovem	2002	geen
algemeen	Enerzuinig ontwerpen en beslissen	SenterNovem	2002	1WONB01.03
algemeen	Alle dertien goed	SenterNovem	2003	1KPUB03.01
algemeen	CD en magazine Unplugged; met het oog op de toekomst (inzake duurzame kwaliteit in de utiliteitsbouw)	SenterNovem	2005	1KPUB04.03/ 1KPUB04.04

Bijlage: lijst van symbolen

	symbool	omschrijving	paragraaf
W/U	Hkr [m]	hoogte kruipruimte	3.3.1/ 4.3.1
W/U	Rc [m ² K/W]	warmteweerstand	3.3.1/ 4.3.1
W/U	U [W/m ² K]	warmtedoorgangcoëfficiënt	3.3.2/ 4.3.2
W/U	ZTA [-]	ZonToetreding Absoluut (binnenkomende zonnewarmte)	3.3.2/ 4.3.2
W/U	P [m]	Perimeter, omtrek van de begane grondvloer voor zover deze aan de buitenlucht, een AOR of AOS grenst	3.3.1/ 4.3.1
W/U	qv10;kar/m ² [dm ³ /s m ²]	infiltratie (luchtdoorlatendheid)	3.3.3/ 4.3.3
W/U	Nopw;verw [-]	opwekkingsrendement verwarming	3.4.2/ 3.4.3/ 4.4.2/ 4.4.3
W/U	Nsys;verw [-]	systeemrendement verwarming	3.4.2/ 3.4.3/ 4.4.2/ 4.4.3
W/U	Nopw;tap [-]	opwekkingsrendement warmtapwater	3.4.2/ 3.4.5/ 4.4.2/ 4.4.5
W	qv;wp [dm ³ /s]	overventilatie bij warmtepompboiler	3.4.6.5
W	Lcirc [m]	totale lengte circulatieleiding	3.4.2
W	d;inw [mm]	inwendige middellijn leiding aanrecht	3.4.2
W/U	Nwtw [-]	rendement warmteterugwinning	3.4.4.1/ 4.4.4.1
W	qv;i;k [dm ³ /s]	aandeel lucht volumestroom dat wordt voorverwarmd	3.4.4
W/U	U(elm) [V]	elektrische spanning onder continu bedrijf (default 230V)	3.4.4.2/ 4.4.4.2
W/U	I [A]	elektrische stroom onder continu bedrijf	3.4.4.2/ 4.4.4.2
W/U	e [-]	arbeidsfactor afhankelijk van type elektromotor en eventuele elektronica	3.4.4.2/ 4.4.4.2
W	Pel [W]	elektrisch opgenomen vermogen ventilator	3.4.4.2
W/U	Nze;verw [-]	jaarrendement zonne-energiesysteem voor ruimteverwarming	3.4.3.6/ 4.4.3.7
W/U	Nze;tap [-]	jaarrendement zonne-energiesysteem voor tapwaterverwarming	3.4.5.7/ 4.4.5.7
W/U	RFpv [-]	ReductieFactor PV-systeem	3.4.7/ 4.4.10
W/U	Spv [Wp/m ²]	Watt-piekvermogen per m ² PV-paneel	3.4.7/ 4.4.10
W/U	Nopw;koel [-]	opwekkingsrendement koeling	3.4.2/ 3.4.6/ 4.4.2/ 4.4.7
W/U	Nsys;koel [-]	systeemrendement koeling	3.4.2/ 3.4.6/ 4.4.2/ 4.4.7
U	Nsys;tap [-]	systeemrendement warmtapwater	4.4.2/ 4.4.5
U	qv;min [dm ³ /s]	minimale lucht volumestroom (ventilatie)	4.4.4
U	qv;m;werk [dm ³ /s]	maximale toevoercapaciteit (ventilatie)	4.4.4
U	Ehulp;vorst;el [kWh]	elektrisch hulpenergiegebruik voor warmteterugwinning	4.4.4
U	Phulp;wtw [kW]	elektrisch vermogen van de motoren van de warmteterugwinning	4.4.4
U	Qhulp;wtw;th [MJ]	thermisch hulpenergiegebruik voor warmteterugwinning	4.4.4
U	uv;n;koel [dm ³ /s m ²]	luchtvolumestroom door natuurlijke ventilatie bij koelbehoefte	4.4.4
U	Peff [kW]	effectieve vermogen ventilatoren	4.4.4.2
U	Pas [kW]	asvermogen van de elektromotor van de ventilator	4.4.4.2
U	Nelm	rendement elektromotor	4.4.4.2
U	Pverlichting [W/m ²]	geïnstalleerd vermogen verlichting	4.4.9
U	Adagl [m ²]	oppervlakte daglichtsector	4.4.9
U	Fregel;kunstl/ Fregel;dagl [-]	reductiefactoren voor regeling van verlichting in de daglicht- en kunstlichtsector	4.4.9

Handboek Handhaving EPN

Het Handboek Handhaving EPN is tot stand gekomen in het kader van Kompas, energiebewust wonen en werken, in opdracht van het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.

Kompas heeft als doel bij te dragen aan de vermindering van de CO₂-uitstoot van de gebouwde omgeving. Het accent ligt op grootschalige implementatie van 'bedrijfszekere' instrumenten om CO₂ te reduceren. Het programma gaat vooral uit van de mogelijkheden bij doelgroepen in de markt. Deze doelgroepen zijn gemeenten, woningcorporaties, projectontwikkelaars (woningbouw en utiliteitsbouw), institutionele beleggers, eigenaar-bewoners, particuliere opdrachtgevers, eigenaar-gebruikers (utiliteitsbouw) en huurders (utiliteitsbouw).

SenterNovem stimuleert duurzame ontwikkeling en innovatie door een brug te slaan tussen markt en overheid. Op professionele wijze voert SenterNovem overheidsbeleid uit rond innovatie, energie & klimaat en milieu & leefomgeving. Bedrijven, instellingen en overheden kunnen bij SenterNovem terecht voor het realiseren van maatschappelijke doelstellingen op deze terreinen, nationaal en internationaal. SenterNovem is een agentschap van het Ministerie van Economische Zaken. Meer informatie: www.senternovem.nl.

Verantwoording

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

Meer informatie

Heeft u na het lezen van deze publicatie nog vragen? Neem dan contact op met SenterNovem. Wij helpen u graag verder.

• *Front office non-profit*

Dit informatiepunt is bedoeld voor overheden, woningcorporaties, projectontwikkelaars, kennisinstellingen, belangen- en non-profitorganisaties en hun adviseurs.

Telefoon: 030 239 35 33 (op werkdagen tussen 9.00 en 16.00 uur).

E-mail: non-profit@senternovem.nl of gemeenten@senternovem.nl.

• *Front office bedrijven*

Dit informatiepunt is bedoeld voor bedrijven, ondernemers en uitvinders.

Telefoon: 0900 608 06 00. E-mail: info@senternovem.nl.

Meer informatie is ook te vinden op onze website www.senternovem.nl/epn.

Colofon

SenterNovem
Juli 2005

Tekst en samenstelling:
DGMR Bouw BV

Grafische vormgeving:
Van Domburg Ontwerp,
Nijmegen

Bestelnummer : 1KPGE05.02