

NEN

Leeswijzer NEN 7120

Opdrachtgever:
NEN, Delft, contactpersoon drs. I.S. te Ronde

Projectnr.1006.16/NEN 8606400078 fase 2A
1 september 2011,

Auteurs:
ir. K.C.J. Nobel (Climatic Design Consult)
ir. T.J. Haartsen (Climatic Design Consult)

DOEL EN GEBRUIK VAN DEZE LEESWIJZER

Deze leeswijzer is bedoeld als praktisch hulpmiddel bij NEN 7120:2011, de norm voor het berekenen van de energieprestatie van utiliteitsgebouwen, woongebouwen en combinatiegebouwen.

Hoewel NEN 7120 ook bedoeld is voor bestaande bouw, heeft deze leeswijzer alleen betrekking op nieuwbouw van woningen en utiliteitsgebouwen. De leeswijzer geeft praktische informatie over het gebruik van en de te maken keuzes in NEN 7120, zodat de berekening zo representatief mogelijk is voor het te beoordelen ontwerp. In de meeste gevallen geeft de leeswijzer ook houvast voor aan te houden eigenschappen in een vroeg ontwerpstadium.

Bij bijzondere oplossingen zijn de te maken keuzes zo specifiek dat deze niet in een leeswijzer te omschrijven zijn. De ontwerpers zullen in dat geval een beroep moeten doen op een adviseur met specifieke kennis. Hieronder vallen bijvoorbeeld een beroep op gelijkwaardigheid, specifieke kwaliteitsverklaringen, WKK (paragraaf 20.2) en de situaties geschetst in de bijlagen A t/m N van de norm.

De leeswijzer is geen praktisch hulpmiddel voor het gebruik van normen waarnaar NEN 7120 verwijst, zoals NEN 8088-1, NVN 7125-1 en NEN 1068, tenzij het om een dusdanig klein onderdeel van die norm gaat dat de gebruiker geholpen is met enkele praktische aanwijzingen of de wijze van interpretatie van die normen.

De leeswijzer volgt de hoofdstuk- en paragraafindeling van NEN 7120, zodat u snel een overzicht heeft waar u moet zijn. Niet alle paragrafen zijn voorzien van een toelichting, omdat de norm in dat geval nadere uitleg overbodig maakt. De leeswijzer verwijst zonedig naar figuren en tabellen uit NEN 7120. De figuren en tabellen die in de leeswijzer voorkomen, zijn te herkennen aan de toevoeging 'L' in de nummering.

INHOUD

VOORWOORD

1.	ONDERWERP EN TOEPASSINGSGEBIED	6
2.	NORMATIEVE VERWIJZINGEN.....	6
3.	TERMEN EN DEFINITIES	6
4.	SYMBOLLEN EN AFKORTINGEN.....	6
5.	TOEPASSING EN BEPALING ENERGIEPRESTATIE.....	7
6.	GEBOUWBEGRENZING EN SCHEMATISERING	9
7.	BEPALING WARMTE- EN KOUDEBEHOEFTE.....	14
8.	WARMTEOVERDRACHT DOOR TRANSMISSIE.....	14
9.	WARMTEOVERDRACHT DOOR VENTILATIE.....	17
10.	BEPALING INTERNE WARMTEPRODUCTIE	17
11.	BEPALING SPECIFIEKE WARMTEWINST DOOR OPVALLENDE ZONNESTRALING.....	18
12.	BEPALING DYNAMISCHE GEBOUWEIGENSCHAPPEN	20
13.	BINNENCONDITIES	20
14.	BEPALING ENERGIEGEBRUIK VERWARMING.....	21
	14.1. Energiegebruik verwarmingssysteem.....	21
	14.2. Afgifterendement verwarmingssysteem.....	21
	14.3. Distributierendement verwarmingssysteem	21
	14.4. Centrale luchtbehandeling	23
	14.5. Bijdrage zonne-energiesysteem aan energiegebruik en verwarming ..	23
	14.6. Opwekkingsrendement verwarmingssysteem	24
	14.7. Elektrische hulpenergie verwarming.....	26
15.	ENERGIEGEBRUIK VAN VENTILATOREN VOOR VENTILATIE EN CIRCULATIE	28
16.	BEPALING ENERGIEGEBRUIK VERLICHTING.....	28
17.	BEPALING ENERGIEGEBRUIK KOELING	31
	17.1. Energiegebruik koelsysteem.....	31
	17.2. Afgifterendement koelsysteem.....	32

17.3.	Distributierendement koelsysteem	32
17.4.	Centrale luchtbehandeling	32
17.5.	Opwekkingsrendement koelsysteem	33
17.6.	Hulpenergie koelsysteem.....	34
17.7.	Bijdrage van een zonne-energiesysteem.....	35
17.8.	Risico van te hoge temperaturen	35
18.	BEPALING ENERGIEGEBRUIK VOOR BEVOCHTING	36
19.	BEPALING ENERGIEGEBRUIK WARM TAPWATER	37
20.	GEBOUWGEBONDEN PRODUCTIE VAN ELEKTRICITEIT OP HET EIGEN PERCEEL.....	40
21.	KLIMAATGEGEVENS	42

Aantal pagina's: 59

0. VOORWOORD

NEN 7120 geeft een methode voor het berekenen van de energieprestatie van utiliteitsgebouwen, woongebouwen en combinatiegebouwen, voor zowel nieuwbouw als bestaande bouw. Met deze norm kan voor nieuwbouw de energieprestatie worden getoetst aan de eisen voor de energiezuinigheid uit het Bouwbesluit.

Eenduidig kenmerk

Elk hoofdstuk en elke paragraaf is van een eenduidig kenmerk voorzien waaruit in een oogopslag duidelijk is wat de toepassing is:

- [A]: algemeen;
- [WN]: nieuwe woonfuncties en nieuwe woongebouwen;
- [WB]: bestaande woonfuncties en bestaande woongebouwen;
- [UN]: nieuwe utiliteitsgebouwen;
- [UB]: bestaande utiliteitsgebouwen.

De teksten in NEN 7120 waarachter WB of UB staat, worden niet besproken in deze leeswijzer.

Ontwikkelingen

De methode is erop gebaseerd om nu en in de toekomst zo goed mogelijk aan te sluiten op Europese regelgeving en op aanscherping van de eisen naar uiteindelijk energieneutraal bouwen.

Forfaitaire rekenwaarden en kwaliteitsverklaringen

In NEN 7120 worden zowel vaste als forfaitaire rekenwaarden gehanteerd. Forfaitaire rekenwaarden zijn die rekenwaarden waarbij een afwijkende waarde kan worden toegepast, meestal met een bijbehorende afrondingsregel. Deze afwijkende waarde dient in een kwaliteitsverklaring te worden onderbouwd.

Een kwaliteitsverklaring dient altijd gebaseerd te zijn op een bepalingsmethode volgens een norm. Niet alle kwaliteitsverklaringen worden door de gemeente geaccepteerd. Erkende kwaliteitsverklaringen moeten echter door de gemeente worden geaccepteerd. Dit zijn verklaringen afgegeven door gecertificeerde instanties zoals KOMO en Gastec. Verder bestaan er nog 'gewone' kwaliteitsverklaringen, die vaak alleen door de gemeente worden geaccepteerd als het gaat om 'gecontroleerde' kwaliteitsverklaringen. Deze verklaringen zijn door het 'College gelijkwaardigheid energieprestatie' goed bevonden en opgenomen in een databank van ISSO (www.issso.nl), zodat iedereen daarover kan beschikken.

Gelijkwaardigheid

Als de norm geen uitsluitel geeft over hoe de energiebesparing door een bepaalde eigenschap of techniek in rekening moet worden gebracht, kan een beroep worden gedaan op gelijkwaardigheid. Er dient dan te worden aangetoond dat in uw situatie sprake is van ten minste een gelijkwaardige energieprestatie als vereist in de bouwregelgeving. Voor het opstellen van een dergelijke verklaring is in het algemeen ondersteuning door deskundigen op het gebied van energieprestatie en bouwregelgeving vereist. De gemeente toetst of laat toetsen of van een

gelijkwaardige energiezuinigheid sprake is. Ook gelijkwaardigheidsverklaringen worden opgenomen in de databank van ISSO. Hierdoor neemt de kans aanzienlijk toe dat deze wordt geaccepteerd door de gemeente.

1. ONDERWERP EN TOEPASSINGSGBIED

Geen toelichting.

2. NORMATIEVE VERWIJZINGEN

NEN 8088-1:2011

Deze norm vormt op het gebied van ventilatie een essentieel onderdeel in de bepalingsmethode van de energieprestatie van gebouwen.

NVN 7125:2011

De voornorm 'energieprestatienorm voor maatregelen op gebiedsniveau' (EMG) biedt een optionele berekening van het opwekkingsrendement voor verwarming, koude, warm tapwater en elektriciteit van opwekkingsinstallaties buiten het eigen perceel. Het gaat om installaties die meerdere gebouwen van veelal meerdere eigenaren van warmte, koude en/of elektriciteit voorzien, zoals stadsverwarming en collectieve warmtekrachtinstallaties, warmtepompen, PV of windmolens.

NEN 1068:2001 (inclusief wijzigingsbladen A4:2005 en A5:2008)

Deze norm vormt de basis voor de bepaling van de warmtetransmissie door de scheidingswanden. Er wordt op dit moment gewerkt aan een nieuwe versie van deze norm.

3. TERMEN EN DEFINITIES

Geen toelichting.

4. SYMBOLEN EN AFKORTINGEN

De symbolen en afkortingen zijn gebaseerd op de Engelse termen zoals deze zijn vastgelegd in de Europese normen.

5. TOEPASSING EN BEPALING ENERGIEPRESTATIE

Voor welke gebouwen geldt een energieprestatie-eis?

Het bepalen van de energieprestatie is nodig voor nieuwe gebouwen waarvoor in het Bouwbesluit een eis gesteld wordt aan de energieprestatie. Voor industriegebouwen geldt geen eis. Ook worden bestaande gebouwen soms als ‘nieuw’ beschouwd. Dit is alleen het geval als de aanpassingen zo ingrijpend zijn dat de ontwerpers in principe net zo veel vrijheden hebben om energiebesparende maatregelen te kiezen als bij nieuwbouw. Praktisch is dit bijvoorbeeld het geval als alleen de constructie blijft staan. Afstemming met de gemeente is in dat geval wenselijk. Voor een uitbreiding, aanbouw of renovatie van een bestaand gebouw wordt dus in het algemeen geen eis gesteld aan de energieprestatie.

Karakteristiek energiegebruik

Voor de energieprestatie van een gebouw vormt het jaarlijkse karakteristieke energiegebruik de basis. Dit karakteristieke energiegebruik wordt bepaald aan de hand van de som van het energiegebruik voor verwarming (H), bevochtiging (hum), ventilatoren (V), verlichting (L), koeling (C) ontvochtiging (dhum), warm tapwater (W) en de daarvoor gebruikte hulpenergie (aux;tot), verminderd met de zelf opgewekte energie. Zelf opgewekt betekent hier met gebouwgebonden installaties op eigen perceel, zoals een eigen windmolen, zonnepanelen of een eigen warmtekrachtinstallatie. Bij de zelf opgewekte energie wordt nog een onderscheid gemaakt in energie die zelf gebruikt wordt (vermeden afgenomen energie op eigen perceel) en geëxporteerde energie (vermeden energiegebruik buiten eigen perceel). Figuur 5.1 in NEN 7120 illustreert de samenhang en grenzen van energiestromen en energieopwekkers. De energiestromen worden uiteindelijk steeds rekentechnisch vertaald naar primaire energie (inzet van fossiele brandstoffen). De totale inzet van de fossiele brandstoffen is dus steeds een maat voor de energieprestatie in MJ. De passieve benutting van energie, zoals daglicht en zonnewarmte door transparante en niet-transparante delen, wordt in de berekeningen meegenomen. Door de energieprestatie te delen door de gebruiksoppervlakte ontstaat de specifieke energieprestatie EP in MJ/m^2 . Door deze vervolgens te relateren aan de toelaatbare energieprestatie ontstaat de energieprestatiecoëfficiënt EPC .

Eén eis per gebruiksfunctie

Om één eis te kunnen stellen aan gebruiksfuncties met verschillende bouwkundige vormen en in de tijd veranderende bepalingsmethoden, worden er correcties toegepast op verschillende posten en/of het totaal. Deze correcties hebben geen wetenschappelijke achtergrond, maar hebben tot doel dat het beleid ertoe leidt dat voor alle functies een overeenkomstig niveau van maatregelen nodig is om aan de eis te voldoen.

Gebouwen met meer functies

Per gebruiksfunctie stelt de regelgever in het Bouwbesluit een eis aan de energieprestatiecoëfficiënt (EPC). Als een gebouw uit één functie bestaat, is de EPC ook de uitkomst van de berekening. Als een gebouw uit meerdere functies bestaat

met verschillende eisen, zal de berekening uit meerdere deelberekeningen bestaan. In dat geval is de uitkomst van de berekening geen *EPC* meer, maar een verhouding tussen het berekende karakteristieke energiegebruik en het toelaatbare karakteristieke energiegebruik. Als deze verhouding kleiner is dan 1, dan wordt aan de eis voldaan.

Toerekening algemene ruimten

Algemene ruimten worden naar rato toegerekend aan de gebruiksfuncties die in het gebouw voorkomen, voor zover deze functies als aparte rekenzone moeten worden beschouwd. De eventuele noodzaak van aparte deelberekeningen wordt bepaald in hoofdstuk 6.

Getrapte eis

Bij externe levering van energie kan het zijn dat hierbij duurzame opwekkers worden ingezet. Met behulp van NVN 7125 kan het opwekkingsrendement voor deze levering worden bepaald. In het algemeen is dit rendement hoger dan met gebouwgebonden opwekkers mogelijk is.

Om te voorkomen dat men hierdoor slechts weinig maatregelen (isolatie van het gebouw e.d.) hoeft te treffen om de energievraag te beperken, introduceert de regelgever in het Bouwbesluit een getrapte eis. Praktisch betekent dit dat bij externe energielevering het gebouw ook nog ten minste moet voldoen aan een bepaalde *EPC*-waarde bij inzet van in de norm opgenomen referentierendementen. Deze *EPC*-waarde ligt hoger dan de eis bij eigen opwekking.

Energiegebruik niet-gebouwgebonden apparatuur (5.4.5.2)

Alle apparatuur die in de gebruiksfase van het gebouw met stekkers wordt aangesloten en niet noodzakelijk is om de gebouwinstallaties te laten functioneren, kan als niet-gebouwgebonden worden beschouwd. In de praktijk gaat het dan om bijvoorbeeld pc's, bureaulampen, koelkasten, televisies en audioapparatuur, printers. Tabel 5.3 geeft voor deze apparatuur richtwaarden voor het gemiddeld (over 24 uur) elektrisch opgenomen vermogen per m². Hiermee kan indicatief het elektriciteitsverbruik voor apparatuur worden bepaald. Dit verbruik wordt echter niet meegerekend in de energieprestatie van het gebouw. Wel worden deze waarden in de warmtebalans meegenomen als interne warmteproductie (zie hoofdstuk 10), zodat de uitkomst zo realistisch mogelijk is. De in tabel 5.3 opgenomen vermogens zijn echter groter dan de in rekening te brengen interne warmtelast, doordat niet alle gebruik van elektriciteit als warmte in het gebouw vrijkomt.

Primaire energie(conversie)factor (5.4.6)

Deze factor is een maat voor de ingezette hoeveelheid primaire energie (fossiele brandstoffen) voor een bepaalde energiedrager. Meestal wordt deze energie door derden aan de gebruiker geleverd, maar het kan ook zijn dat de gebruiker de energie op eigen perceel produceert en/of zelfs exporteert. De aan te houden factoren zijn opgenomen in tabel 5.4.

CO₂-emissie

De jaarlijkse inzet van fossiele brandstoffen kan worden vertaald in een CO₂-emissie. Hiervoor geeft tabel 5.5 de omrekenwaarden.

Overzicht energieposten en tussenresultaten

Tabel 5.6 geeft een overzicht van alle energieposten en de samenstelling.

6. GEBOUWBEGRENZING EN SCHEMATISERING

De te volgen stappen bij de schematisering zijn duidelijk weergegeven in NEN 7120. Enkele aspecten worden onderstaand echter toegelicht.

Gebruikte terminologie

De terminologie van diverse begrenzingsen kan afwijken van de terminologie die in NEN 5128 en NEN 2916 werd gehanteerd. Hiervan is een overzicht gegeven in tabel 6.2.

Te doorlopen stappen (figuur 6.1)

Bij figuur 6.1 is het goed te realiseren dat de oppervlakte van gemeenschappelijke ruimten die toegerekend wordt aan de beschouwde gebruiksfuncties, bepaald dient te worden naar rato van de gebruiksfunctie, maar dat de locatie van die oppervlakte vrij te kiezen is zodat een logische indeling kan worden gemaakt.

Gebouwbegrenzing (6.3)

Tabel 6.3 geeft weer wat de betekenis is van de begrenzingsvoorschriften en hoe deze geïnterpreteerd moeten worden. Alle ruimten die buiten deze begrenzing vallen, moeten als aangrenzende ruimten (AR) worden beschouwd. Deze zijn onder te verdelen in:

- aangrenzend verwarmde ruimten (AVR): verwarmd en/of gekoeld;
- aangrenzend onverwarmde ruimten (AOR): niet verwarmd en/of gekoeld;
- aangrenzend onverwarmde serres (AOS): AOR met significante zoninstraling;
- aangrenzend sterk geventileerde ruimten: geventileerd met buitenlucht via niet-afsluitbare openingen met ten minste 3 dm³/sm².

Warmteverliezen naar of warmtewinsten van een AVR hoeven niet in rekening te worden gebracht.

Een aangrenzend sterk geventileerde ruimte moet in de berekening als 'buiten' worden beschouwd. Wel wordt voor de overgangswaarde aan de buitenzijde dan gerekend alsof het een binnenwand betreft.

Het in rekening brengen van een AOR als AOS is een keuze, maar is alleen zinvol als sprake is van een significante zoninstraling (veel glas op zonbeschenen oriëntaties) en er een warmtebehoefte in de beschouwde rekenzone bestaat.

Soms moet een AOR als buiten worden gerekend, bijvoorbeeld indien koudebruggen conform NEN 1068 forfaitair worden verrekend.

Indeling in klimatiseringszones (6.4)

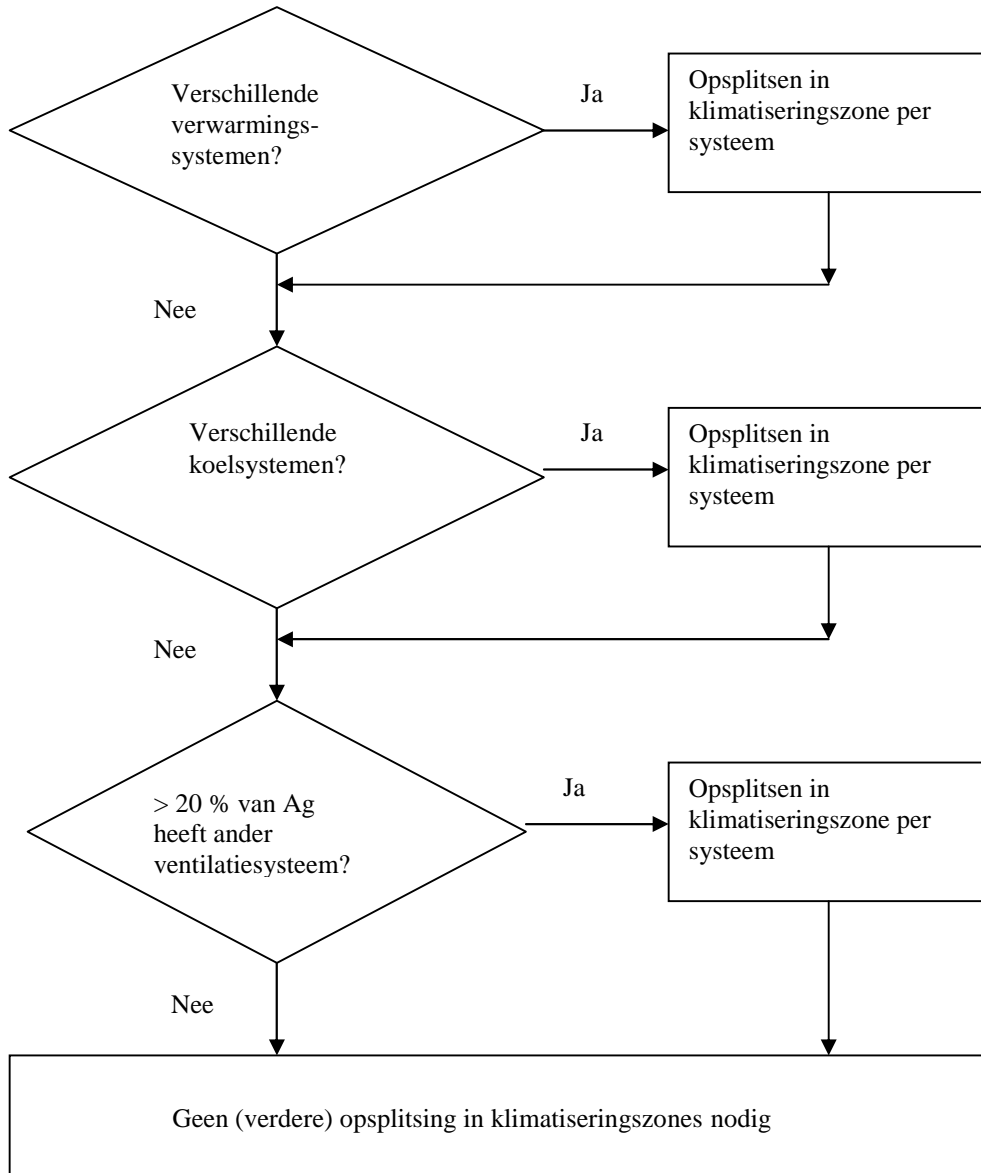
De indelingsvoorschriften voor klimatiseringszones zijn voor woningen en utiliteitsbouw samengevat in figuur L 6.1 en L 6.2.

Indien na opsplitsing blijkt dat een klimatiseringszone kleiner is dan 10% van een aangrenzende klimatiseringszone, dan mogen beide zones worden samengevoegd tot één klimatiseringszone met het klimatiseringssysteem van de grootste zone.

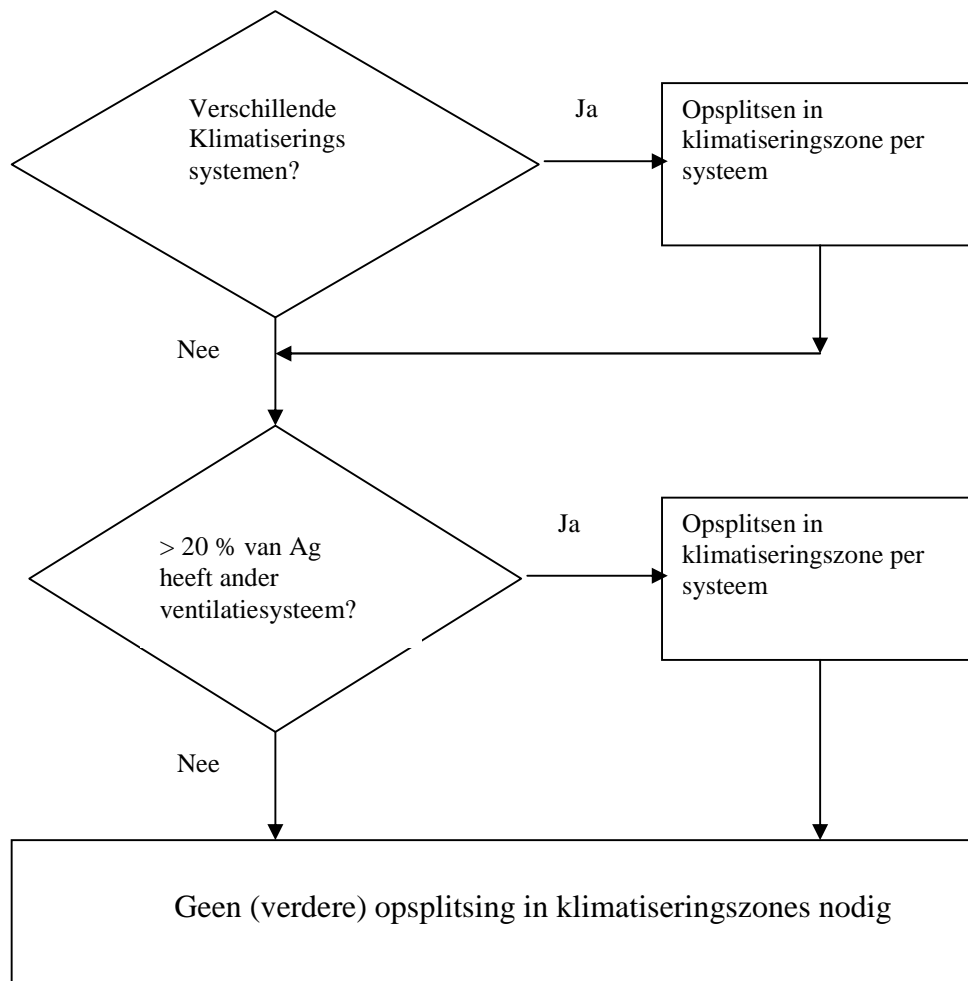
Zo hoeft bijvoorbeeld een vergaderzaal in een kantoorgebouw met een afwijkend klimatiseringssysteem niet in een aparte klimatiseringszone te worden opgenomen.

Toelichting bij tabel L 6.1 en L 6.2:

- Met ‘verschillende verwarmingssystemen’ wordt bedoeld: verwarmingssystemen met verschillende (eventueel combinaties van) opwekkers, zoals één verwarmingssysteem in het gebouw dat gevoed wordt door een HR-ketel en een tweede verwarmingssysteem in een ander deel van hetzelfde gebouw dat gevoed wordt door bijvoorbeeld een warmtepomp (meestal ook in een andere ruimte geplaatst). In de meeste gevallen echter is er sprake van maar één verwarmingssysteem. Ook verschillende afgifte- en distributiesystemen die aangesloten zijn op dezelfde warmteopwekker(s) vallen onder hetzelfde verwarmingssysteem.
- Met ‘verschillende koelsystemen’ wordt bedoeld: koelsystemen met verschillende (eventueel combinaties van) opwekkers, zoals één koelsysteem in het gebouw dat gevoed wordt door een elektrisch aangedreven compressiekoelmachine en een tweede koelsysteem in een ander deel van hetzelfde gebouw dat gevoed wordt door WKO. In de meeste gevallen echter is er sprake van maar één koelsysteem. Ook verschillende afgifte- en distributiesystemen die aangesloten zijn op dezelfde koudeopwekker(s) vallen onder hetzelfde koelsysteem.
- Met ‘verschillende ventilatiesystemen’ wordt bedoeld:
 - A. Natuurlijke toe- en afvoer
 - B. Mechanische toevoer en natuurlijke afvoer
 - C. Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer
 - D. Mechanische toe- en afvoer
- Met ‘verschillende klimatiseringssystemen’ wordt bedoeld: verschillende systeemnummers volgens tabel 14.5.



Figuur L 6.1. Woningen: Noodzaak van indeling in klimatiseringszones.



Figuur L 6.2. Utiliteitsbouw: Noodzaak van indeling in klimatiseringszones.

Indeling klimatiseringszones in rekenzones (6.5)

Voor de indeling in rekenzones worden in 6.5.2 een voorwaarde aan een maximaal temperatuurverschil voor de gebruiksfuncties en een maximaal verschil tussen de ventilatiecapaciteit genoemd (voorwaarden a en b).

De genoemde voorwaarde voor het maximale temperatuurverschil ($< 4 \text{ }^\circ\text{C}$) tussen verschillende gebruiksfuncties komt alleen voor in gebouwen met ‘sportfuncties, matig verwarmd’. In zo’n gebouw mag het ‘normaal’ verwarmde deel, zoals een kantoortje en entreebalie, onder deze functie vallen indien de gebruiksoppervlakte van dit normaal verwarmde deel kleiner is dan 10 % van het geheel. Het gehele gebouw mag in dat geval als ‘sport, matig verwarmd’ worden beschouwd.

Aan de voorwaarde voor de ventilatiecapaciteit ($<$ factor 4 verschil tussen gebruiksfuncties) wordt bij toepassing van gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning in de praktijk altijd voldaan. In andere gevallen dient bij de combinaties van functies de klimatiseringszone opgedeeld te worden in meerdere rekenzones, tenzij de gebruiksoppervlakte van een van de functies kleiner is dan 20 % van de combinatie.

In tabel L 6.1 is de noodzaak van opdeling van klimatiseringszones in rekenzones samengevat.

Tabel L 6.1 Noodzaak van opdeling klimatiseringszone in meerdere rekenzones.

Functie	In combinatie met functie
Sport, matig verwarmd	Alle gebruiksfuncties, indien $> 10 \%$ van A_g .
En/of in gebouwen zonder gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning, wanneer een van de gebruiksfuncties in de volgende combinaties meer dan 20 % van de gebruiksoppervlakte bedraagt.	
Bijeenkomst, met alcoholgebruik	Winkelfunctie Sportfunctie Logiesfunctie Celfunctie
Onderwijsfunctie	Winkelfunctie Sportfunctie
Gezondheidszorg, klinisch	Winkelfunctie Sportfunctie

Het is mogelijk en toegestaan een gebouw op te delen in meer rekenzones dan vereist volgens dit hoofdstuk. Dit kan soms nuttig zijn om de werkelijke situatie per rekenzone beter te benaderen. Voor het effect op de totale energieprestatie van het gebouw is de invloed meestal echter minimaal en het resultaat kan zowel voordelig als nadelig uitpakken. De energieprestatie van een nieuw woongebouw dient altijd voor het hele gebouw (één rekenzone) bepaald te worden.

Gebruiksoppervlakte (6.6)

De bepaling van deze oppervlakte dient uitgevoerd te worden volgens NEN 2580:2007 (inclusief correctieblad NEN 2580:2007/C1:2008).

Verliesoppervlakte (6.7 en 6.8)

De verliesoppervlakte wordt in deze norm gebruikt om de transmissieverliezen te bepalen, maar in deze paragrafen ook om zo nodig extra energiebudget te bepalen. Dit extra energiebudget is nodig om te voorkomen dat in kleine gebouwen (met relatief grote verliesoppervlakte) naar verhouding geen extra zware energiebesparende maatregelen getroffen moeten worden. De compensatie vindt plaats voor gebouwen kleiner dan 2000 m².

De bepaling van deze oppervlakte dient uitgevoerd te worden volgens NEN 1068.

7. BEPALING WARMTE- EN KOUDEBEHOEFTE

De bepaling van de warmte- en koudebehoefte is opgesplitst in twee delen:

1. warmte- en koudebehoefte in de rekenzone zelf;
2. warmte- en koudebehoefte van centraal voorbehandelde toevoerlucht.

De warmte- en koudebehoefte in de rekenzone zelf wordt bepaald aan de hand van een warmtebalans in de rekenzone. Het dynamische gedrag wordt in rekening gebracht met een benuttingsfactor voor warmtewinst (verwarming) en voor warmteverlies (koeling). De berekening vindt plaats per maand.

De warmte- en koudebehoefte van centraal voorbehandelde toevoerlucht is afhankelijk van de specifieke omstandigheden bij de centrale luchttoevoer. Deze is nader uitgewerkt in 14.4 van deze leeswijzer.

8. WARMTEOVERDRACHT DOOR TRANSMISSIE

De warmteoverdracht door transmissie moet voor nieuwbouw bepaald worden volgens NEN 1068. Alle benodigde U - en R_c -waarden kunnen met NEN 1068 gedetailleerd bepaald worden. Bij het maken van de berekening kan het nuttig zijn voor veelvoorkomende delen in de gevel onderstaande forfaitaire waarden en richtwaarden te hanteren. Desgewenst kunnen deze waarden in een later stadium vervangen worden door werkelijke gegevens.

Forfaitaire waarden voor deuren, inclusief kozijnen (NPR 2068)

- Ongeïsoleerde deuren, zonder lichtdoorlatende delen: $U_d = 3,4 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- Geïsoleerde deuren (hout of kunststof), zonder lichtdoorlatende delen: $U_d = 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- Deuren met minder dan 65 % lichtdoorlatende delen kunnen in rekening worden gebracht door het lichtdoorlatende deel als raam te beschouwen en het niet-transparante deel als deur zonder lichtdoorlatende delen.
- Deuren met meer dan 65 % lichtdoorlatende delen dienen als raam te worden beschouwd.

Forfaitaire waarden voor ramen (NPR 2068)

Tabel L 8.1 geeft forfaitaire waarden voor de U -waarde van een raam, bestaande uit een kozijn en glas.

Tabel L 8.1. Forfaitaire waarden voor U_w (glas inclusief kozijn).

U_{glas}	U_w in $\text{W/m}^2\text{K}$ bij kozijnstype		
	Hout of kunststof ($U_{\text{fr}} = 2,4 \text{ W/m}^2\text{K}$)	Metaal, met thermische onderbreking ($U_{\text{fr}} = 3,8 \text{ W/m}^2\text{K}$)	Metaal, zonder thermische onderbreking ($U_{\text{fr}} = 7,0 \text{ W/m}^2\text{K}$)
5,8 (enkel glas)	5,2	5,4	6,2
3,3	3,3	3,6	4,5
3,2	3,2	3,6	4,4
3,0	3,0	3,4	4,2
2,8 (dubbelglas)	2,9	3,3	4,1
2,6	2,8	3,2	4,0
2,4	2,6	3,1	3,9
2,2	2,5	2,9	3,7
2,0 (HR-glas)	2,3	2,8	3,6
1,8	2,2	2,6	3,5
1,6 (HR ⁺ -glas)	2,0	2,5	3,3
1,4	1,9	2,4	3,2
1,2 (HR ⁺⁺ -glas)	1,8	2,2	3,0
1,0	1,6	2,1	2,9
0,9	1,5	2,0	2,8
0,7	1,4	1,9	2,7
0,5	1,3	1,7	2,5

Tussenliggende waarden mogen geïnterpoleerd worden.

Tegenwoordig is toepassing van HR⁺⁺-glas in de nieuwbouw standaard. Met U -waarden van 1,2 of lager is de isolatie hiervan beter dan van een kozijn (zie tabel L 8.1). Op dit moment zijn dan ook ontwikkelingen gaande in geïsoleerde kozijnen van hout, kunststof, metaal of combinaties daarvan. Beter isolatiewaarden zijn nu ook al in de markt realiseerbaar. Het loont dan ook al snel om in de berekeningen de werkelijke U -waarde van het kozijn te hanteren en de U -waarde van het raam volgens NEN 1068 te berekenen of te laten berekenen door de fabrikant van het kozijn. Bij toepassing van goed isolerende kozijnen is het pas zinvol ook de stap te maken naar drievoudig glas ($U_{\text{glas}} = 0,4\text{-}0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$).

R_c -waarde constructies

Als minimum voor de R_c -waarde van dichte constructies geldt in het nieuwe Bouwbesluit dat per 1 januari 2012 wordt aangewezen een eis van $3,5 \text{ m}^2\text{K/W}$. In de praktijk zien we vaak al hogere isolatiewaarden. Om aan de eis van de energieprestatie te kunnen voldoen is dat ook meestal noodzakelijk. Gangbaar zijn voor het dak een R_c -waarde $\geq 5 \text{ m}^2\text{K/W}$ en voor gevels en beganegrondvloeren een

R_c -waarde $\geq 4,0 \text{ m}^2\text{K/W}$. Nog hogere waarden zijn vooral voor het dak goed mogelijk. Tabel L 8.2 geeft een indicatie van de benodigde isolatiedikte bij de te realiseren R_c -waarden. Bij bepaalde fabrikantafhankelijke hoogwaardige producten kan de benodigde isolatiedikte nog minder zijn dan in deze tabel is aangegeven.

Tabel L 8.2 Indicatie isolatiedikte, afhankelijk van de vereiste R_c -waarde en het toegepaste isolatiemateriaal. De laagste waarde geldt voor een situatie zonder ankers (dak en vloer) en de hoogste waarde geldt voor een situatie met ankers (gevel).

R_c -waarde $\text{m}^2\text{K/W}$	Isolatiedikte mm (indicatie)	
	Minerale wol	Hoogwaardig (b.v. PIR, Resolschuim)
3,5	135 - 155	100 - 120
4,0	155 - 170	115 - 135
4,5	175 - 200	130 - 155
5,0	195 - 225	145 - 175
5,5	215 - 245	160 - 190
6,0	235 - 270	175 - 210
7,0	255 - 290	190 - 230

Koudebruggen

De invloed van warmteverlies via lineaire koudebruggen kan op twee verschillende manieren in de berekening worden meegenomen. De eenvoudigste manier is gebruik te maken van de forfaitaire methode. Voor de beganegrondvloer geeft de forfaitaire methode een toeslag op het warmteverlies per m perimeter (P) van de begane grond. Wanneer de uitgebreide methode wordt gebruikt, zijn meer invoergegevens nodig. Met behulp van de bepalingsmethode uit NEN 1068 kan de Ψ -waarde van een specifiek detail worden berekend. Ook is het mogelijk de forfaitaire waarden uit NEN 1068 te hanteren of de Ψ -waarden van referentiedetails uit de SBR-publicatie 'SBR-referentiedetails Bouwtechnische details voor energie-efficiënte woningbouw' te gebruiken. Indien de werkelijke detaillering enigszins afwijkt van de standaarddetails uit deze SBR-publicatie, moet een toeslag van 25 % op de Ψ -waarde worden gehanteerd.

Slecht isolerende delen

Slecht isolerende delen in de gebouwschil, zoals brievenbussen in deuren/ramen, ventilatioorosters en leidingdoorvoeren, mogen buiten beschouwing worden gelaten. Dit is van toepassing zolang de oppervlakte van deze delen niet groter is dan 1 % van A_g (2 % volgens Bouwbesluit 2012). Restantoppervlakte aan ventilatioorosters boven 1 % (respectievelijk 2 %) van A_g krijgt $U = 6,2 \text{ W/m}^2\text{K}$.

9. WARMTEOVERDRACHT DOOR VENTILATIE

In dit hoofdstuk wordt de hoeveelheid energie bepaald die nodig is voor het actief verwarmen en/of koelen van buitenlucht die binnenkomt via bedoelde ventilatie (luchtverversing) of onbedoelde ventilatie (infiltratie). De voorverwarming/-koeling wordt in rekening gebracht met een tijd en temperatuur gecorrigeerde luchtstroom. Deze wordt voor verwarming en koeling afzonderlijk bepaald in NEN 8088-1.

Daarbij wordt rekening gehouden met voorverwarming door:

- warmteterugwinning;
- aangrenzend onverwarmde serre (AOS).

De energie die het kost om de ventilatielucht door het gebouw en door de ruimten te laten circuleren, wordt in rekening gebracht in de ventilatorenergie (hoofdstuk 7 van NEN 8088-1). De warmte die de toevoerventilator produceert, wordt in de berekening meegenomen en leidt in de winter tot een afname van de warmtebehoefte en in de zomer tot een toename van de koelbehoefte.

Nachtventilatie wordt op dit moment nog niet in rekening gebracht in NEN 7120.

10. BEPALING INTERNE WARMTEPRODUCTIE

Bepaling van de interne warmteproductie is nodig om een zo realistisch mogelijke warmtebalans in een gebouw uit te kunnen maken, waarbij de sluitpost representatief is voor de benodigde verwarmings- of koelenergie.

Voor woningen is de interne warmteproductie bepaald uit praktijkstudies en vertaald naar formule 10.2 van NEN 7120 en daarmee afhankelijk van de gebruiksoppervlakte en het aantal wooneenheden.

Bij de utiliteitsbouw wordt de interne warmteproductie bepaald uit de afzonderlijke bijdrage van de warmteproductie door:

- personen (tabel 10.1);
- apparatuur (tabel 10.2);
- verlichting (afgeleid uit energieverbruik voor verlichting in hoofdstuk 16);
- ventilatoren (NEN 8088-1 met correcties volgens 10.3.2.4).

De warmteverliezen door luchtkanalen en leidingen worden niet meegenomen in de interne warmteproductie omdat de verliezen beperkt zijn en voor een groot deel vrijkomen in niet-geklimatiseerde ruimten, zoals schachten.

11. BEPALING SPECIFIEKE WARMTEWINST DOOR OPVALLENDE ZONNESTRALING

De warmte door opvallende zonnestraling wordt betrokken op de ‘effectieve collectoroppervlakte’. Dit is de werkelijke oppervlakte van transparante en niet-transparante constructies, gecorrigeerd voor de mate waarin deze oppervlakten daadwerkelijk zonnewarmte kunnen doorlaten. Daarbij spelen bijvoorbeeld beweegbare zonwering, zontoetredingsfactor en kozijnfactor van de transparante delen een rol. Voor niet transparante delen spelen de absorptiecoëfficiënt van het buitenoppervlak, de warmteweerstand aan de buitenzijde, de warmtedoorgangcoëfficiënt van de constructie en de emissiefactor van de constructie een rol. De belangrijkste invloedsfactoren voor de warmtewinst door opvallende zonnestraling zijn weergegeven in tabel L 11.1.

Tabel L 11.1 Invloedsfactoren voor de warmtewinst door opvallende zonnestraling.

Invloedsfactor	NEN 7120	Toelichting
<i>Door transparante delen</i>		
Opvallende zonnestraling $l_{sol;k}$	21.2	Tabel 21.2. Te beïnvloeden door keuze oriëntatie. Let op oververhitting in zomer.
Zontoetredingsfactor zonder zonwering g_{gl}	11.7.2	= ZTA-waarde glas. Opgave fabrikant of forfaitair uit tabel 11.2 (alleen voor niet-zonwerend glas). Deuren met > 65 % glas mogen als raam worden beschouwd. Afronden op veelheden van 0,05.
Beschaduwingsreductiefactor $F_{sh;gl}$ voor beweegbare zonwering	11.7.3	Wordt tijdens warmtebehoefte niet in rekening gebracht. Tijdens koudebehoefte in rekening gebracht door weging in tijd dat de zonwering wel/niet in gebruik is.
Tijdfraction zonwering in gebruik $f_{sh;with}$	11.7.3	Opgelegde waarde volgens tabel 11.3. Voor utiliteitsbouw afhankelijk van hand- of automatische bediening.
Zontoetredingsfactor met zonwering g_{gl+sh}	11.7.3	Indien binnenzonwering: $g_{gl+sh} = g_{gl}$. Indien buitenzonwering: $g_{gl+sh} = 0,3 \times g_{gl}$.
Beschaduwingsreductiefactor $F_{sh;ob}$ voor externe vlakken	11.7.4 en 21.3	Beschaduwingsreductie door permanent aanwezige vlakken op eigen perceel, zoals overstekken, constructie-elementen gebouw.
Kozijnfractie	11.7.5	De verhouding tussen de geprojecteerde kozijnoppervlakte en raamoppervlakte volgens 7.2.2 van NEN 1068. Eventueel forfaitaire kozijnfractie van 25 %.
Geprojecteerde oppervlakte daglichtopening $A_{w;p}$	11.7.5	8.3.2 van NEN 1068.
<i>Door niet-transparante delen</i>		
Vormfactor F_r	11.7.7	= 1 voor horizontaal dak ($\leq 5^\circ$). = 0,75 voor hellend dak (> 5 en $\leq 75^\circ$). = 0,5 voor hellend dak (> 75 of en $\leq 90^\circ$). = 0 voor overhellend dak of grenzend aan serre.
Warmtedoorgangcoëfficiënt constructie U_c		NEN 1068, hoofdstuk 7 Witte dakbedekking bijv. waarden met $\alpha_{sic} = 0,5$.
Warmteoverdrachtcoëfficiënt door straling buitenzijde h_r	11.7.7	= 5 x \square met: $\square = 0,9$ (forfaitair voor alle daken).

Zonwering handbediend of automatisch bediend

Bij woningen wordt in NEN 7120 altijd uitgegaan van handbediende zonwering. Bij utiliteitsbouw mag de zonwering alleen in rekening worden gebracht als het buitenzonwering betreft.

Automatische bediening van zonwering heeft als voordeel dat de zonbelasting op tijd wordt beperkt, ook op momenten dat er niemand aanwezig is. De schakelwaarde bepaalt hoeveel tijd de zonwering in bedrijf is. Een lage schakelwaarde kan echter als hinderlijk worden ervaren, vooral als dit in combinatie is met een korte wachttijd. De wens om toch individueel te kunnen bedienen kan worden gehonoreerd door de automatisch bediende zonwering individueel (waar wenselijk en zinvol) overrulebaar te maken. Belangrijk daarbij is dat ten minste na elke dag de automatische regeling het weer overneemt. Bij individuele overrulebaarheid mag in NEN 7120 de waarde voor automatisch bediende zonwering worden gehanteerd (alleen voor buitenzonwering!).

Voor verticale buitenzonwering in combinatie met gangbaar HR⁺⁺-glas op de oriëntaties Z, ZW en ZO bedraagt de gemiddelde rekenwaarde voor automatische zonwering $g_{gl} = 0,22$ en voor handbediende zonwering $g_{gl} = 0,35$.

Zonnewarmtewinst door aangrenzend onverwarmde serres (11.6)

Van warmtewinst kan alleen sprake zijn als de serre onverwarmd is. Naast het beperken van de transmissieverliezen kan de ventilatielucht via de serre worden voorverwarmd. Deze warmtewinst wordt in rekening gebracht aan de hand van een temperatuurcorrectiefactor. Het effect van eventuele tijdelijke zonwerende voorzieningen of extra ventilatie tijdens oververhitting wordt niet in rekening gebracht.

De mate waarin de warmte uit de serre nuttig gebruikt kan worden voor het verminderen van de warmtevraag in de verwarmde ruimten van het gebouw, is niet alleen afhankelijk van de potentiële warmteopbrengst van de serre, maar ook van de warmtebehoefte in het gebouw en de verhouding tussen deze posten. De warmte uit een kleine serre aan een groot gebouw kan beter benut worden dan die van een grote serre aan een klein gebouw. In het laatste geval is er immers al snel sprake van een overschot aan warmte. De potentiële benutting komt tot uitdrukking in de benuttingsfactor voor zonnearmte. Van belang is dus dat een serre grenst aan een relatief grote rekenzone.

De zonnearmte die door transparante delen via de serre direct in de rekenzone komt, is kleiner dan indien er geen serre is. Ook dit effect wordt in de rekenmethodiek meegenomen.

De zonnearmtewinst door aangrenzend onverwarmde serres mag (volgend uit 13.1 van NEN 1068) alleen in rekening worden gebracht als de lineaire koudebruggen worden bepaald met de uitgebreide methode, dus niet forfaitair.

12. BEPALING DYNAMISCHE GEBOUWEIGENSCHAPPEN

De benuttingsfactor voor warmtewinst (verwarming) en warmteverlies (koeling) is een maat voor de mogelijkheid om warmte van interne of externe bronnen (zon, apparatuur e.d.) te benutten voor het verwarmen van het gebouw en warmteverlies (transmissie, (spui)ventilatie en nachtventilatie zodra opgenomen in NEN 7120) te benutten voor het koelen van het gebouw. De potentiële benutting neemt toe naarmate:

1. de warmtewinst of het warmteverlies klein is ten opzichte van de totale warmtevraag of koudevraag (γ is klein);
2. de thermische opslagcapaciteit (massa) in het gebouw groot is (τ is groot).

De warmtewinst bestaat in de winter uit binnenkomende zonnewarmte door vooral transparante delen en interne warmteproductie.

Het warmteverlies bestaat in de zomer uit warmteverlies door spuiventilatie en transmissie door de gebouwschil.

De thermische massa van een gebouw is groot als er letterlijk veel bouwmasa in het gebouw aanwezig is, zoals beton en steen, en deze massa niet geïsoleerd wordt van de binnenlucht.

Betonkernactivering wordt in de norm beschouwd als het (kunstmatig) vergroten van de warmtecapaciteit (zie tabel 12.2).

13. BINNENCONDITIES

Om een warmte- en koelbehoefteberekening van een rekenzone te kunnen maken moet een aantal binnencondities zijn vastgelegd. Deze zijn niet vrij te kiezen, omdat dit sterk afhankelijk is van het gebruikersgedrag terwijl de norm bedoeld is om eenduidig de gebouweigenschappen te beoordelen. De binnentemperatuur (= setpointtemperatuur op basis van de operationele temperatuur = gemiddelde van de lucht- en stralingstemperatuur) is een vastgelegde binnenconditie.

Opmerkingen:

- De basis voor de setpointtemperatuur tijdens het verwarmingsseizoen is voor woningen 20 °C en is voor utiliteitsbouw afhankelijk van de functie.
- De setpointtemperatuur in het koelseizoen bedraagt voor woningen en utiliteitsbouw 24 °C.
- Omdat in woningen slaapkamers niet of minder verwarmd worden, wordt een correctie toegepast die in paragraaf 13.1 wordt berekend. In nieuwe woningen komt de correctie neer op circa 1 °C, waardoor de setpointtemperatuur 19 °C bedraagt.
- Er vindt een correctie plaats voor het niet continu verwarmen en koelen van het gebouw (denk aan nacht- en weekendverlaging). Ook dit is een, van de functie afhankelijk, opgelegd gebruikersgedrag.

14. BEPALING ENERGIEGEBRUIK VERWARMING

14.1. Energiegebruik verwarmingssysteem

Het verwarmingssysteem wordt opgesplitst in de onderdelen afgifte, distributie en opwekking. Figuur 14.1 geeft een goed beeld van deze opdeling. Bij elk onderdeel is een rendement van toepassing.

14.2. Afgifterendement verwarmingssysteem

In het afgifterendement worden de volgende verliezen in rekening gebracht:

- a. warmteverliezen naar onverwarmde ruimten en sterk geventileerde ruimten;
- b. onnodig verwarmen door het niet kunnen regelen van de warmteafgifte of het niet individueel kunnen afrekenen van het warmtegebruik;
- c. extra warmteverlies in hoge ruimten door hogere luchttemperatuur hoog in de ruimten als gevolg van een temperatuurgradiënt.

Het afgifterendement is te ontleen aan tabel 14.1. Voor ruimten < 8 m hoog wordt een onderverdeling gemaakt in lage temperatuurafgifte (LT: $\theta_{em;avg} < 50 \text{ }^\circ\text{C}$) en hoge temperatuurafgifte (HT: $> 50 \text{ }^\circ\text{C}$), waarbij $\theta_{em;avg}$ staat voor het gemiddelde van de ontwerpaanvoer- en ontwerpretourtemperatuur. Tabel L 14.5 geeft voorbeelden van systemen die onder LT of onder HT vallen. Als op bijvoorbeeld een verdieping in het gebouw een ander afgifterendement geldt, dan dient het naar oppervlakte gewogen gemiddelde afgifterendement te worden bepaald. Voor woningen is het afgifterendement in de woonkamer maatgevend.

14.3. Distributierendement verwarmingssysteem

In het distributierendement worden de volgende verliezen in rekening gebracht:

- a. verliezen binnen het gebouw ($\eta_{dis;int}$);
- b. verliezen buiten het gebouw, maar nog op het eigen perceel ($\eta_{dis;ext}$);
- c. verliezen buiten het gebouw en buiten het eigen perceel ($\eta_{dis;distant}$).

De grenzen voor deze verliezen zijn aan de hand van enkele voorbeelden voor verwarmingssystemen duidelijk weergegeven in figuur 14.2.

De distributieverliezen buiten het eigen perceel zijn opgenomen in het opwekkingsrendement (forfaitaire waarden of bepaald aan de hand van NVN 7125).

Bij de bepaling van deze verliezen op het eigen perceel wordt onderscheid gemaakt in woningen en utiliteitsbouw, waarbij het volgende wordt opgemerkt:

- Indien een verwarmingssysteem voor zowel woningen als utiliteitsbouw wordt toegepast, moet het rendement voor utiliteitsbouw worden gehanteerd;
- Verliezen door regelingen die niet goed op de vraag zijn ingesteld vallen eigenlijk onder het afgifterendement, maar voor de utiliteitsbouw zijn deze in het distributierendement opgenomen;

- Bij toepassing van verschillende distributiesystemen in een woning moet het distributiesysteem met de laagste waarde voor het ongecorrigeerde interne distributierendement worden gebruikt.

De bepaling van de distributierendementen vindt plaats volgens tabel L 14.1.

Tabel L 14.1. Bepaling distributierendementen voor verwarming.

Distributierendement	Woningen	Utiliteitsbouw
Intern (in gebouw)	Tabel 14.2 met correctie voor verliezen buiten de rekenzone (tabel 14.3) en voor een eventueel buffervat (aftrekpost van 0,03)	Formules 14.10 en 14.11 en tabel 14.5
Extern (buiten gebouw, maar op eigen perceel)	Forfaitair 0,75 of bepaald volgens formule 14.14	
Distant (buiten eigen perceel)	Niet in deze norm bepaald, maar in NVN 7125	

Opmerkingen bij tabel L 14.1.

Woningen:

- Alleen voor een ongeïsoleerde verdeler/verzamelaar en luchtverwarming met kanalen door de kruipruimte is het ongecorrigeerde interne distributierendement kleiner dan 1,00.
- Indien verschillende verwarmingssystemen worden toegepast, moet het laagste rendement voor het ongecorrigeerde interne distributierendement worden gehanteerd.

Utiliteitsbouw:

- Voor het bepalen van het systeemnummer dat voor utiliteitsbouw van groot belang is, geeft tabel 14.4 van NEN 7120 een overzicht van veelvoorkomende systemen. Voor het juiste begrip zijn de daarbij geplaatste opmerkingen ook belangrijk. De in nieuwbouw veelvoorkomende systemen zijn:
 - systeem 1: gebouwen zonder koeling;
 - systeem 2: gebouwen met LT-verwarming en HT-koeling (vloeren, plafond of wanden) of fancoilunits;
 - systeem 3: gebouwen met topkoeling of VAV-systeem;
 - systeem 4: gebouwen met 4-pijpsinductiesystemen;
 - systeem 5: hal zonder koeling;
 - systeem 7: hal met koeling.
- Voor systemen waarbij warmtetransport en eventueel koudetransport plaatsvindt door een koelmiddel (bijvoorbeeld Freon), moeten de waarden uit tabel 14.5 worden gecorrigeerd met -0,08 voor verwarming en -0,01 voor koeling. Voorbeelden van een dergelijk systeem zijn multisplitsystemen voor koeling of

koeling en (eventueel gelijktijdige) verwarming, zoals bij VRF (Variable Refrigerant Flow) systemen.

14.4. Centrale luchtbehandeling

In afwijking van NEN 2916 wordt de voorverwarming van de ventilatielucht in NEN 7120 apart bepaald. Deze voorverwarming kan plaatsvinden door een verwarmingsbatterij, maar ook door warmteterugwinning, recirculatielucht en ventilatorenergie. Deze vormen van voorverwarming zijn schematisch weergegeven in figuur 14.3.

Eén centrale luchtbehandelingskast kan meerdere rekenzones bedienen. De luchtcapaciteit is dan verdeeld over de rekenzones (volgend uit NEN 8088-1), maar de eigenschappen van de centrale luchtbehandeling zijn verder voor alle rekenzones gelijk.

Voorverwarming wordt in rekening gebracht door de ingaande luchttemperatuur te verhogen. Voor warmteterugwinning en recirculatie wordt dit berekend aan de hand van een factor $f_{H;AHU;mix}$ die overeenkomt met een rendement van de ‘warmteterugwinning’ dat bepaald wordt volgens tabel L 14.2.

Tabel L 14.2 Bepaling $f_{H;AHU;mix}$

Warmte-terugwinning	Recirculatie	Weegfactor voor temperatuurverhoging $f_{H;AHU;mix}$	Toelichting
Nee	Nee	0	Geen voorverwarming anders dan door een verwarmingsbatterij
Ja	Nee	$(1 - b_{ve})$	b_{ve} volgens 6.3.22 NEN 8088-1 ¹⁾
Nee	Ja	0-1	Aandeel recirculatie: 0 = 0% en 1 = 100%
Ja	Ja	Niet in voorzien, kies warmteterugwinning ‘ja’ en recirculatie ‘nee’	

1) In b_{ve} komt het rendement van warmteterugwinning tot uitdrukking en het effect van een eventuele bypass die in de zomer voorkomt dat de aanvoerlucht te veel wordt opgewarmd door de warmteterugwinning. Een warmtewiel dat zomers wordt stilgezet kan ook worden beschouwd als ‘bypass’.

De voorverwarming door ventilatoren wordt in rekening gebracht door een temperatuurverhoging van 1 °C van de toevoerlucht. Bij een centrale luchtbehandelingskast vindt deze verrekening plaats in NEN 7120.

14.5. Bijdrage zonne-energiesysteem aan energiegebruik en verwarming

Een zonne-energiesysteem kan alleen of gedeeltelijk warmte leveren aan het verwarmingssysteem. De bepalingmethode voor de bijdrage in de warmtebehoefte voor verwarming is afhankelijk van het soort systeem, waarbij onderscheid wordt gemaakt in de situaties volgens tabel L 14.3.

Tabel L 14.3 Bepalingsmethode bijdrage zonne-energiesysteem aan verwarming.

Zonnecollector voor:	Bepalingsmethode	
	Zonneboiler < 10 m ²	Zonneboiler of zonnecollector > 6 m ²
Verwarming	14.5.2 en bijlage I.3	
Warmtapwater	19.6.3/4	Bijlage I.2
PVT verwarming	14.5.3, bijlage I.3 en 19.6.5	
PVT warmtapwater	19.6.3/4/5	19.6.5 en bijlage I.2

Voor zonneboilers tussen de 6 en 10 m² bestaat er een keuze verschillende methoden.

14.6. Opwekkingsrendement verwarmingssysteem

Een opweksysteem kan bestaan uit één of meerdere gelijke of verschillende opwekkers.

Bij één soort opwekker is het opwekkingsrendement gelijk aan het opwekkingsrendement van de toegepaste opwekker. Bij toepassing van meerdere opwekkers met een verschillend opwekkingsrendement is het resulterende opwekkingsrendement gelijk aan een gewogen gemiddelde. De weging vindt plaats aan de hand van de energiefractie van de preferente opwekker (toestel met het hoogste rendement), die afhankelijk is van de vermogensverhouding tussen de verschillende opwekkers. Deze bepaling vindt plaats in 14.6.2 en 14.6.3.

Voor het opwekkingsrendement van een opwekker mag via een kwaliteitsverklaring het 'werkelijke' rendement worden ingezet, afgerond op een veelvoud van 0,025 voor gasgestookt toestellen en 0,05 voor elektrische toestellen. Dit rendement moet dan wel volgens voorgeschreven methoden/normen worden bepaald. Op dit moment worden deze verklaringen door gemeenten veelal alleen nog geaccepteerd als het gaat om erkende- of gecontroleerde kwaliteitsverklaringen (zie databank ISSO). Zonder een dergelijke verklaring kan het opwekkingsrendement bepaald worden aan de hand van tabel L 14.4. Voor het opwekkingsrendement van een warmteopwekker buiten het eigen perceel is de bepaling volgens NVN 7125 de aangewezen methode.

Tabel L 14.4 Bepaling opwekkingsrendement voor het opweksysteem voor verwarmingen.

Warmteopwekking met:	Voorbeeld	Bepaling $\eta_{H;gen}$ en eventueel productie van elektriciteit
Gas- of oliegestookte ketels	HR-ketel VR-ketel Direct gestookte luchtverwarmer	Tabel 14.11
Elektriciteit	Elektrisch verwarmingselement, elektrische vloerverwarming of elektrisch stralingspaneel	$\eta_{H;gen} = 1,0$ (tabel 14.13) Het opwekkingsrendement voor de elektriciteit zelf wordt in rekening gebracht in H5 en bedraagt 0,39.
Elektrische warmtepomp (EWP)	Warmtepomp combi Warmtepomp	Woningen: tabel 14.13 Utiliteitsbouw: tabel 14.16 Lucht-water WP: bijlage E
Warmtepomp op gas (GWP)	Gasmotorwarmtepomp (GMWP) of Gasabsorptiewarmtepomp (GAWP)	Woningen: Tabel 14.13 Utiliteitsbouw: tabel 14.16
Warmtekrachtkoppeling (WKK)	Gasmotor WKK Micro WKK	Tabel 14.17 De elektriciteitslevering wordt berekend in hoofdstuk 20.
Externe warmtelevering	Bij normale EPC-berekening	Vaste waarde van 1.0
	Bij EPC-berekening en toepassing van een getrapte eis. ¹⁾	In eerste trap 1,0. In tweede trap 1,1 of bepalen volgens NVN 7125
WP-ketel	Gasketel met kleine elektrische warmtepomp	Niet opgenomen. Gebruik kwaliteitsverklaring van de fabrikant of opsplitsen in ketel en elektrische warmtepomp indien vermogens en rendementen bekend zijn.
Zonnecollectoren		Wordt in mindering gebracht op de warmtebehoefte, zie 14.5.
Ketel of haard op duurzame brandstof	Open haard Houtketel Ketel op biobrandstof	Niet geregeld in NEN 7120 Beroep doen op gelijkwaardigheid

- 1) Een 'getrapte eis' wil zeggen dat, bij inzet van een hoger opwekkingsrendement, een door de regelgever bepaalde eis wordt gesteld aan zowel de energieprestatie van het gebouw (met opwekkingsrendement van 1,0) als het gebouw met het opwekkingsrendement volgend uit NVN 7125 of een forfaitaire waarde van 1,1.

In tegenstelling tot NEN 2916 en NEN 5128 wordt voor het opwekkingsrendement van externe warmtelevering geen onderscheid meer gemaakt tussen systemen met en zonder gelijktijdige elektriciteitopwekking. Met NVN 7125 kan nu worden aangetoond dat een hoger rendement dan 1,0 van toepassing is.

De met een opwekker opgewekte warmte kan in het algemeen beter worden benut als de gemiddelde temperatuur van het distributienet laag is. Daarom is onderscheid gemaakt in LT (lage temperatuur, ≤ 50 °C) en HT (hoge temperatuur > 50 °C).

Criteria voor deze twee temperatuurniveaus zijn weergegeven in tabel 14.12. Het komt erop neer dat de ketel HT levert als er een afgiftesysteem in het distributienet is opgenomen dat HT vraagt. In alle andere gevallen is in principe LT mogelijk, tenzij het systeem hierop niet is ontworpen. Bij warmtepompen wordt voor LT een nog fijnere verdeling toegepast omdat het opwekkingsrendement nog sterker afhangt van de ontwerptemperatuur. Bij toepassing van LT-verwarming moeten bewuste keuzes worden gemaakt. In de praktijk is dit alleen een optie in combinatie met goede isolatie en ventilatie met maatregelen om tocht te voorkomen. Tabel L 14.5 geeft een verfijning van de gemiddelde ontwerptemperatuur afhankelijk van het toegepaste afgiftesysteem. Als er sprake is van een combinatie van systemen, is de hoogste ontwerptemperatuur een goed uitgangspunt.

Tabel L 14.5 Gemiddelde ontwerptemperatuur voor verschillende warmteafgiftesystemen in nieuwe gebouwen.

Afgiftesysteem	Gemiddelde ontwerptemperatuur in °C
<i>LT-systemen</i>	
Betonkernactivering	< 30
Vloer-/wandverwarming	< 40
Plafondverwarming of stralingspanelen aan plafond	< 40
LT-radiatoren	< 50
LT-radiatoren/convectoren met ventilator	< 45
Fancoilunits of inductiesystemen (speciaal geselecteerd op lagere temperatuur)	< 50
<i>HT-systemen</i>	
Fancoilunits of inductiesystemen (selectie op hoge temperatuur)	> 60
Standaardradiatoren/-convectoren	> 60
Luchtverwarming standaard	> 60

14.7. Elektrische hulpenergie verwarming

14.7.1. Principe

Bij deze hulpenergie wordt onderscheid gemaakt in:

1. hulpenergie voor distributie;
2. hulpenergie voor opwekking;
3. hulpenergie voor zonne-energiesystemen.

14.7.2. Hulpenergie voor distributie

Deze energie bestaat uit energie voor hoofdcirculatiepompen en eventuele aanvullende circulatiepompen. Een pomp in een cv-ketel is altijd een hoofdcirculatiepomp. Een pomp in een menginjectiesysteem voor bijvoorbeeld vloerverwarming is een aanvullende circulatiepomp. Er kan energie worden bespaard

door de pompen te voorzien van een regeling. De pompenergie bedraagt in woningen 1-2 % van het totale energiegebruik en in utiliteitsbouw 0,5-1,5 %.

De in de norm opgelegde rekenwaarden voor het pompvermogen en de reductie voor de pompregeling zijn gegeven in tabel L 14.6.

Tabel L 14.6 Aan te houden rekenwaarden pompen.

Pompsort	Rekenwaarde specifiek vermogen	Minimaal vermogen	Reductie voor automatische toeren- of aan/uitregeling (meer dan 50 % van pompvermogen)
Hoofdpompen	0,25 W/m ²	70 W	0,5
Aanvullende pompen	1,0 W/m ²	50 W	0,3

14.7.3. Hulpenergie warmteopwekking

Voor de hulpenergie, voor zover van toepassing, zijn het te hanteren vermogen en de fractie voor de eventueel aanwezige modulerende vermogensregeling samengevat in tabel L 14.7.

Tabel L 14.7 Te hanteren waarden voor vermogens en modulerende vermogensregeling.

Verbruiker	Vermogen hulpenergie $P_{\text{aux;gen}}$	Correctie voor vermogensregeling $f_{\text{H;gen;ctr;gi}}$	
		Modulerend	Niet modulerend
Alle toestellen	stand-by elektronica: 10 W	< 90 %: 0,9 < 80 %: 0,8 < 70 %: 0,7 < 60 %: 0,6 < 50 %: 0,5 < 40 %: 0,4	1
Verbrandingstoestel	ventilator en gasklep: 1 W/kW ¹⁾		1
Sorptiewarmtepomp	oplossing pomp, indien niet in opwekkingsrendement: 10 W/kW		1
	oplossing pomp, indien in gebruik forfaitaire waarden of reeds opgenomen in opwekkingsrendement: 0 W/kW		1
Zonne-energiesysteem voor verwarming en warmtapwater	0	n.v.t.	n.v.t.

1) 'KW' is vermogen van het opwekkingstoestel, dat kan worden bepaald met formule 14.40.

15. ENERGIEGEBRUIK VAN VENTILATOREN VOOR VENTILATIE EN CIRCULATIE

Het energiegebruik van ventilatoren wordt bepaald in NEN 8088-1.

Bij gebalanceerde ventilatie in de utiliteitsbouw kan het energiegebruik van ventilatoren een grote post zijn (20-30 % van het totale primaire energiegebruik). Het loont daarom al snel om uit te gaan van de werkelijk geïnstalleerde vermogens. Verder is het sterk aan te bevelen om de installatie geschikt te maken voor het terugregelen van de capaciteit als de ventilatiecapaciteit groter is dan minimaal vereist is volgens het Bouwbesluit. De extra capaciteit ten opzichte van de eis uit het Bouwbesluit is dus de potentiële hoeveelheid die teruggeregeld kan worden. Tabel L 15.1 geeft richtwaarden voor het ventilatorvermogen, afhankelijk van het drukverlies in het systeem, dat sterk afhankelijk is van de luchtweerstand en de ontwerpluchtsnelheid in diverse componenten van het systeem. In de praktijk zijn lagere vermogens mogelijk.

Tabel L 15.1 Richtwaarden voor ventilatorvermogen bij gebalanceerde ventilatie in utiliteitsbouw.

Klimaat-systeemnr.	Drukverlies	Ventilatorvermogen in $W/m^2 A_g$, afhankelijk van ventilatiecapaciteit				
		Ventilatievoud bij 2,7 m vertrekhoogte				
		2	3	4	5	6
		Ventilatie verblijfsgebied in dm^3/sm^2				
		1,5	2,25	3,0	3,75	4,5
Zonder gekoelde lucht	laag	1.4	2.1	2.8	3.5	4.2
	middel	2.1	3.2	4.2	5.3	6.3
	hoog	2.9	4.4	5.8	7.3	8.8
Met gekoelde lucht	laag	2.1	3.2	4.2	5.3	6.3
	middel	2.8	4.2	5.6	7.0	8.4
	hoog	3.5	5.3	7.0	8.8	10.5

16. BEPALING ENERGIEGEBRUIK VERLICHTING

Voor woningen wordt het energiegebruik voor verlichting in NEN 7120 opgelegd. Voor de utiliteitsbouw wordt het energiegebruik voor verlichting bepaald aan de hand van het product van vermogen en tijd. Als het vermogen onbekend is, kan deze via een forfaitaire weg worden verkregen. De invloed van deze keuze op het energiegebruik is echter zo groot (25-50 %), dat het vrijwel altijd noodzakelijk is werkelijke gegevens te gebruiken. De tijd dat de verlichting aanstaat is per gebruiksfunctie vastgelegd, maar afhankelijk van de verlichtingsregeling en de potentie van het daglichtgebruik kan deze tijd worden verminderd.

Verlichtingsvermogen

Het totaal geïnstalleerde vermogen aan verlichting bestaat uit het vermogen van de lampen en van de eventueel toegepaste voorschakelapparatuur. Bij tl-verlichting bedraagt het vermogen van voorschakelapparatuur circa 10 % van het lampvermogen.

Tabel L 16.1 geeft praktijkvermogens voor toepassing van HF-TL5 verlichting met reflecterende armaturen, afhankelijk van het benodigde verlichtingsniveau op de werkplek. Dit praktijkvermogen heeft alleen betrekking op de gebouwgebonden (vaste) verlichtingsinstallatie. De eventueel additionele bureauverlichting valt niet onder de gebouwgebonden installaties. Als bijvoorbeeld een basisverlichting van 300 lux wordt toegepast, aangevuld met 200 lux bureauverlichting, dan is alleen de verlichting van 300 lux van toepassing in de berekening. Ook brengt een verkeersgebied met een eis van 200 lux het gemiddelde verlichtingsvermogen verder naar beneden.

Tabel L 16.1 Richtwaarden voor verlichtingsvermogen.

Vereist lichtniveau door 'vaste' verlichting	Vermogen vaste verlichting, inclusief voorschakelapparatuur, per verlichte m ² , in W/m ²			Gemiddeld vermogen vaste verlichting, incl 20 % verkeersruimten (200 lux) per m ² A _g , in W/m ²		
	Laag	Gem.	Hoog	Laag	Gem.	Hoog
700 lux	13	15,5	17	12	13,5	15
600 lux	11	13	15	10	11,5	13
500 lux	9	11	13	8	10	11
400 lux	8	9	11	6	8	9
300 lux	6	6,5	8	5	6	7
200 lux	4	4,5	5	4	4,5	5

Bij toepassing van gloeilampen, halogeen- of PL-lampen zijn de geïnstalleerde vermogens in het algemeen hoger. Vooral gloeilampen en halogeenlampen zouden alleen bij uitzondering op specifieke locaties moeten worden toegepast. Er is een groei in de toepassing van LED-verlichting. Voor het realiseren van een bepaald verlichtingsniveau is het praktijkvermogen voor led op dit moment echter nog vergelijkbaar met dat van tl-verlichting.

Verlichtingsregelsystemen

Met verlichtingsregelsystemen, al dan niet in combinatie met daglichtafhankelijke regelingen en veegpulsschakelingen, is veel energiebesparing te bereiken.

Voor de diverse verlichtingsregel- en -schakelsystemen kunnen de waarderingsgetallen verschillen voor zones met een hoog daglichtniveau (daglichtsector) en met een laag daglichtniveau (kunstlichtsector). De waarden voor deze reductiefactor zijn gegeven in tabel 16.4. Hoe lager de waarde van de reductiefactor, hoe groter de besparing op verlichtingsenergie.

Toepassing van daglichtafhankelijke regelingen is zinvol als er veel daglichttoetreding is. Daarom is een methode opgenomen om de grootte van de vloerooppervlakte waar daglicht benut kan worden (daglichtsector), te bepalen.

Veegpulsschakelingen zijn schakelingen waarbij de verlichting op gezette tijden centraal wordt uitgeschakeld (overrule-systeem), bijvoorbeeld aan het begin van de lunchpauze en aan het eind van een werkdag. Niet voor elke organisatievorm zal een veegpulsschakeling in de praktijk tot besparing op het energiegebruik van verlichting leiden.

Opmerkingen:

- De reductiefactoren voor verlichtingsregelsystemen mogen in rekening worden gebracht in (delen van) rekenzones waarin ten minste 70 % van de gebruiksoppervlakte van de regeling is voorzien.
- Indien aanwezigheidsdetectie aanwezig is, geldt dat hiervoor een reductiefactor van het aantal branduren van 0,8 in rekening wordt gebracht.
- Als gebruik wordt gemaakt van de forfaitaire waarden voor het verlichtingsvermogen, dan is het in waardering brengen van daglichtregeling niet meer mogelijk.

Voorbeeld opsplitsing in regelsystemen

In een gebouw is 40 % van de vloeroppervlakte van de rekenzone voorzien van een vertrekschakeling en is in de overige 60 % van de vloeroppervlakte een vertrekschakeling aanwezig in combinatie met de mogelijkheid om de gevelzone afzonderlijk aan- of uit te schakelen. Dan geldt dat voor meer dan 70 % van de oppervlakte van die sector in elk geval vertrekschakeling aanwezig is, waardoor $F_{D;dayl} = 0,9$ en $F_{D;art} = 0,9$. Dit is echter niet de meest gunstige benadering. Beter is het beide regelsystemen te benoemen en te betrekken op de werkelijke vloeroppervlakten. In dit geval voor 40 %: $F_{D;dayl} = 0,9$ en $F_{D;art} = 0,9$ en voor 60 %: $F_{D;dayl} = 0,75$ en $F_{D;art} = 0,9$.

Daglichtsectoren

Met een combinatie van veel daglichttoetreding en een goede daglichtafhankelijke regeling is veel energie te besparen. In de bepalingsmethode voor de daglichtsector zijn van belang:

- raamoppervlakte (equivalente raamoppervlakte per vertrek volgens NEN 2057);
- lichttoetredingsfactor van het glas LTA ;
- raamhoogte (hoogte doorlaat vanaf 60 cm boven bovenkant vloer);
- de diepte van de daglichtsector.

Opmerkingen

- De oppervlakte van de daglichtsector ten opzichte van de totale gebruiksoppervlakte ligt voor kantoren vaak tussen 20 % en 30 %.
- Voor de LTA geldt als forfaitaire waarde dat voor blank glas 0,6 mag worden aangehouden en voor zonwerend glas 0,1. In de praktijk is dit laatste echter niet zinvol, omdat de breedte van de daglichtsector dan meestal gelijk is aan 0 m. Bij zonwerend glas is het dus altijd aan te bevelen van de werkelijke LTA (naar beneden afgerond op een veelvoud van 0,05) uit te gaan.

Voorbeeld bepaling breedte daglichtsector

Een kantoor bestaat uit vertrekken met een afmeting van 3,6 m breed en 5,4 m diep. Er is een horizontaal doorlopende pui ($a = 1$) van 1,2 m hoogte ($= h_d$) en een borstwering van 0,8 m hoogte ($> 0,6$ m). De *LTA*-waarde van het glas in de pui is 0,6. Er zijn geen belemmeringen of overstekken.

De breedte van de daglichtsector wordt nu, volgens 16.5.6, als volgt bepaald: $h_d \times a \times LTA = 1,2 \times 1 \times 0,6 = 0,72$. Dit is groter dan 0,5 en kleiner dan 0,85, waardoor volgens de criteria in 16.5.6 de daglichtbreedte 2 m bedraagt. De oppervlakte van de daglichtsector bedraagt in dit voorbeeld zodoende $2 \times 3,6 = 7,2 \text{ m}^2$ per vertrek.

17. BEPALING ENERGIEGEBRUIK KOELING

17.1. Energiegebruik koelsysteem

Om te voorkomen dat bij de bouwaanvraag geen koeling wordt meegenomen terwijl het ontwerp dit eigenlijk wel noodzakelijk maakt, of dit in de toekomst noodzakelijk is, wordt voor zowel woningen als utiliteitsbouw een koelbehoefte bepaald. Als er geen koeling is, wordt deze behoefte fictief berekend met het relatief lage rendement van een elektrisch aangedreven compressiekoelmachine ($\eta_{C,gen} = 3$). Hierin zijn ook de afgifte- en distributieverliezen en de hulpenergie verwerkt. Voor een gebouw zonder koeling lijkt dit niet eerlijk, maar als het ontwerp goed afgestemd is op gebruik zonder koeling, dan zal de koelbehoefte maar klein zijn en is dus ook het opgelegde energiegebruik hiervoor maar klein. Het achterwege laten van koeling in een gebouw dat een aanzienlijke koelbehoefte heeft, zal ook worden afgerekend met een laag rendement, waardoor een vrij hoge post kan ontstaan.

De aanpak voor het bepalen van het energiegebruik voor koeling is overeenkomstig de methodiek voor verwarming. Bij verwarming is het mogelijk de vrijkomende warmte van interne warmtebronnen en externe warmtebronnen te benutten. Bij koeling is het mogelijk passief koelen (transmissieverlies, (spui)ventilatie) te benutten. Ook hier neemt de potentiële benutting toe naarmate:

1. het warmteverlies ten opzichte van de totale koudevraag klein is (γ is klein);
2. de thermische opslagcapaciteit (massa) in het gebouw groot is (τ is groot).

Figuur 17.1 geeft een goed beeld van de opdeling van het koelsysteem in de onderdelen afgifte, distributie en opwekking, analoog aan verwarming. Bij elk onderdeel is een rendement van toepassing. Deze rendementen, de hulpenergie voor koeling en het risico op te hoge binnentemperatuur worden hierna besproken.

Opmerking:

Betonnernactivering wordt in deze norm beschouwd als het (kunstmatig) vergroten van de warmtecapaciteit.

17.2. Afgifterendement koelsysteem

In het afgifterendement ($\eta_{C;em}$) worden koudeverliezen in het afgiftedeel en een niet op de vraag afgestemde levering in rekening gebracht. In woningen acht NEN 7120 deze verliezen nihil. In de utiliteitsbouw zijn deze verliezen opgenomen in het distributierendement (zie 17.3). Het afgifterendement is daarom voor zowel woningen als utiliteitsbouw gelijkgesteld aan 1,0.

17.3. Distributierendement koelsysteem

In het distributierendement van het koelsysteem zijn de volgende verliezen verrekend:

- verliezen binnen het gebouw ($\eta_{C;dis;int}$), zoals leidingverliezen;
- verliezen buiten het gebouw, maar nog op het eigen perceel ($\eta_{C;dis;ext}$), zoals leidingen op het eigen terrein tussen opwekker en gebouw;
- verliezen buiten het gebouw en buiten het eigen perceel ($\eta_{C;dis;distant}$), zoals leidingen tussen opwekker en het eigen terrein.

In de verliezen binnen het gebouw (a) zitten voor utiliteitsbouw ook de verliezen van het afgiftesysteem en verliezen door onnodig koelen.

De grenzen voor deze verliezen zijn aan de hand van enkele voorbeelden voor verwarmingssystemen duidelijk weergegeven in figuur 17.1.

De bepaling van de distributierendementen met de onder a t/m c genoemde verliezen vindt plaats volgens tabel L 17.1.

Tabel L 17.1. Bepaling rendementen koelsystemen

Distributierendement	Woningen (koeling)	Utiliteitsbouw
Intern (in gebouw, $\eta_{C;dis;int}$)	$\eta_{C;dis;int} = 1,0$	Formule 14.11 en tabel 14.5 uit NEN 7120
Extern (buitengebouw, maar op eigen perceel, $\eta_{C;dis;ext}$)	$\eta_{C;dis;ext} = 1,0$	$\eta_{C;dis;ext} = 1,0$
Distant (buiten eigen perceel, $\eta_{C;dis;distant}$)	$\eta_{C;dis;distant} = 1,0$. Distributieverliezen van externe koudelevering worden in rekening gebracht bij de bepaling van het opwekkingsrendement bij opwekking buiten de eigen perceelsgrens, zie 17.5.	

17.4. Centrale luchtbehandeling

In afwijking van NEN 2916 wordt de (voor)koeling van de ventilatielucht in NEN 7120 apart bepaald. Deze (voor)koeling kan plaatsvinden door actieve koeling, recirculatie of warmteterugwinning. Deze vormen van koeling zijn schematisch weergegeven in figuur 17.2. De uiteindelijke koelbehoefte voor de centrale luchtbehandeling wordt bepaald uit de energie die nodig is voor zowel voelbare koeling (afkoelen van inblaasluft) als latente koeling (ontvochtiging van de verse

inblaaslucht). De voelbare koelbehoefte wordt bepaald aan de hand van de hoeveelheid lucht die daadwerkelijk met een bepaald temperatuurverschil gekoeld moet worden. De luchtvolumestroom is hierbij afkomstig uit NEN 8088-1. Het temperatuurverschil voor het koelen van de buitenlucht wordt vergroot met 1,5 K opwarming door de toevoerventilator die zijn warmte afstaat aan de toevoerlucht.

De latente koelbehoefte (ontvochtigen van lucht) wordt bepaald aan de hand van een toeslag op de voelbare koelbehoefte (zie tabel 17.2). Deze toeslag is afhankelijk van de mate waarin potentieel ontvochtiging kan plaatsvinden, wat weer afhankelijk is van het klimaatsysteem en het temperatuurniveau van de koudelevering van de opwekker. Een klimaatsysteem met centrale en decentrale koelers zal in het algemeen centraal dieper ontvochtigen om de decentrale koelers droog te houden. De hoeveelheid lucht is hierbij echter vaak niet veel groter dan voor de ventilatie vereist is, waardoor de toeslag beperkt blijft. De toeslag is het grootst voor systemen die alleen koelen met lucht, omdat hier relatief veel (verse) lucht wordt gebruikt voor koeling en dus ook veel wordt ontvochtigd.

17.5. Opwekkingsrendement koelsysteem

Net als bij verwarming kan koude worden geleverd door een of meerdere gelijke of verschillende opwekkers. Ook voor koudeopslag in de bodem wordt een opwekkingsrendement toegepast.

Bij één soort opwekker is het opwekkingsrendement gelijk aan het opwekkingsrendement van de toegepaste opwekker. Bij toepassing van meerdere opwekkers met een verschillend opwekkingsrendement is het resulterende opwekkingsrendement gelijk aan een gewogen gemiddelde. De weging vindt plaats aan de hand van de energiefracties van de preferente opwekker (toestel met het hoogste rendement), die afhankelijk is van de vermogensverhouding tussen de verschillende opwekkers. Deze bepaling vindt plaats in 17.5.2 en 17.5.3. Voor een eigen waarde van het opwekkingsrendement zal een beroep moeten worden gedaan op gelijkwaardigheid, omdat hiervoor (nog) geen erkende kwaliteitsverklaringen bestaan.

Voor het opwekkingsrendement van een koudeopwekker buiten het eigen perceel is de bepaling volgens NVN 7125 de aangewezen methode. Dit rendement is inclusief de distributieverliezen tussen de opwekker en het eigen perceel. Zonder gebruikmaking van NVN 7125 kan een opwekkingsrendement voor externe koudelevering van 1,0 worden gehanteerd. Dit is normaal gesproken lager dan met NVN 7125 mogelijk is.

Als een gelijkwaardigheidsverklaring of bepaling met NVN 7125 niet beschikbaar is, dan moeten de forfaitaire waarden uit tabel 17.6 worden aangehouden.

Een nieuw gebruikte term in de norm is ‘dauwpuntskoeling’. De term wordt in de luchtbehandelingstechniek gebruikt om aan te geven dat de inblaaslucht tot een bepaald dauwpunt wordt gekoeld om een bepaalde relatieve vochtigheid van de

inblaaslucht te kunnen garanderen. In NEN 7120 betekent het echter dat de koeling indirect wordt verkregen door het verdampen van water. Een in de praktijk veelgebruikte term hiervoor is ‘adiabatische koeling’.

In tabel 17.6 van NEN 7120 is voor compressiekoelmachines het opwekkingsrendement afhankelijk van het temperatuurniveau (LT of HT) waarop de koudeafgifte in het gebouw plaatsvindt en/of het temperatuurniveau waarop de warmte van de condensor het gebouw verlaat. Het rendement is groter naarmate deze temperatuurniveaus dichter bij elkaar liggen. Tabel L 17.2 geeft voorbeelden van LT- en HT-afgiftesystemen voor koude.

Tabel L 17.2 Soorten HT- en LT-koudeafgiftesystemen.

Afgiftesysteem koude	HT of LT
Ontworpen op 12-18 °C of hoger	HT
Betonkernactivering	
Vloerkoeling	
Wandkoeling	
Plafondkoeling/Klimaatplafond (stralingsplafond)	
Verdamper in ruimte	
Convectoren/radiatoren e.d. zonder condensopvang en zonder centraal gekoelde lucht	LT
Standaard koelbatterij in luchtkanaal	
Standaard fancoilunits/4-pijpsinductie	

Voor koudeopslag in de bodem (WKO) wordt in 17.5.3.5 een vermogen bepaald dat nodig is bij toepassing van meerdere koudeopwekkers. Dit vermogen wordt bepaald aan de hand van een opgelegd temperatuurverschil over het bronwater en een watervolume dat bepaald dient te worden volgens bijlage J.

17.6. Hulpenergie koelsysteem

De hulpenergie voor koeling bestaat uit pompenergie voor koudedistributie en energie voor pompen, elektronica en eventuele condensorventilatoren en -pompen bij koudeopwekking. Deze hulpenergie is alleen van toepassing op utiliteitsbouw en collectieve installaties voor woningen. De hulpenergie voor het koelen van individuele woningen is opgenomen in het opwekkingsrendement voor koude. De aan te houden rekenwaarden voor het pompvermogen en de reductie voor een automatisch werkende pompregeling zijn gegeven in tabel L 17.3.

Tabel L 17.3 Hulpenergie voor distributie en opwekking van koude.

Hulpenergie voor	Rekenwaarde (specifiek) vermogen of vermogen per kW koelvermogen	Factor voor bedrijfstijd	
		Geen of $\leq 50\%$ met toerenregeling	$> 50\%$ met toerenregeling
<i>Distributie</i>			
Pompen voor distributie van koude	2 W/m ²	2	1
<i>Opwekking</i>			
Elektronica	10 W	n.v.t.	n.v.t.
Warmteafvoer droge koeler (ventilator)	45 W/kW	n.v.t.	n.v.t.
Warmteafvoer natte condensor:			
- gesloten circuit	33 W/kW	n.v.t.	n.v.t.
- open circuit	18 W/kW	n.v.t.	n.v.t.
Opwekkers die ook warmte leveren	0	n.v.t.	n.v.t.
Indien ventilator opgenomen in opwekkingsrendement (splitunits en VRV-systemen)	0	n.v.t.	n.v.t.
Koeling in individuele woning	0	n.v.t.	n.v.t.

17.7. Bijdrage van een zonne-energiesysteem

Geen toelichting.

17.8. Risico van te hoge temperaturen

Voor woningen is een indicatie van het risico op oververhitting opgenomen als geen koeling wordt toegepast. Hoe lager dit risico, hoe beter in het ontwerp rekening is gehouden met het voorkomen van koeling, bijvoorbeeld door toepassing van minder glas, buitenzonwering, overstekken op het zuiden, veel massa, en nachtventilatie. Het risico van te hoge temperaturen is slechts een indicator en niet rechtstreeks vergelijkbaar met het resultaat uit een temperatuuroverschrijdingsberekening (TO-berekening), omdat de indicatie op niveau van de rekenzone plaatsvindt en een TO-berekening op vertrekniveau. In werkelijkheid kunnen bijvoorbeeld tussenwanden de situatie per vertrek aanzienlijk beïnvloeden, terwijl deze in een rekenzone niet worden meegenomen als deze bestaat uit meerdere ruimten. Ten opzichte van NEN 5128 is opsplitsing van een woning in een zone per verdieping ook niet meer verplicht.

Tabel L 17.4 geeft aan onder welk glaspercentage men een laag risico op oververhitting mag verwachten in een woonvertrek van een doorzonwoning. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de oriëntatie en wel of geen buitenzonwering.

Tabel L 17.5 geeft aan onder welk glaspercentage men een laag risico op oververhitting mag verwachten in een slaapkamer. Ook hierbij is onderscheid gemaakt tussen de oriëntatie en wel of geen buitenzonwering.

Bij zowel de woonkamer als de slaapkamer is traditioneel zwaar bouwen het uitgangspunt. Bij lichte bouw zal de situatie ongunstiger zijn.

Tabel L 17.4 Glaspercentage waarbij een laag risico op oververhitting verwacht mag worden in de woonkamer van doorzonwoningen.

Woonkamer doorzonwoning	Laag risico op oververhitting bij glaspercentages		
	N-Z	O-W	ZW-NO of NW-ZO
Zonder buitenzonwering	< 35 %	< 25 %	< 30 %
Met buitenzonwering	< 70 %	< 60 %	< 65 %

Tabel L 17.5 Glaspercentage waarbij een laag risico op oververhitting verwacht mag worden in een slaapkamer met glas in één gevel.

Slaapkamer	Laag risico op oververhitting bij glaspercentages			
	N	O	Z	W
Zonder buitenzonwering	< 80 %	< 50 %	< 35 %	< 30 %
Met buitenzonwering	-	< 70 %	< 70 %	< 50 %

In verband met de relatief hoge zonnestand in het zuiden zal een overstek op deze oriëntatie een groot effect hebben op het verlagen van het risico op oververhitting.

18. BEPALING ENERGIEGEBRUIK VOOR BEVOCHTIGING

Het energiegebruik voor bevochtiging wordt bepaald aan de hand van de te bevochtigen hoeveelheid lucht in de beschouwde rekenzone en is alleen van toepassing voor utiliteitsbouw.

In de berekening heeft de aanvrager invloed op:

1. de hoeveelheid te bevochtigen lucht;
2. toepassing van vochtterugwinning.

De luchthoeveelheid wordt bepaald in NEN 8088-1. Als de mechanisch toegevoerde luchtcapaciteit groter is dan minimaal nodig voor de luchtverversing (eis Bouwbesluit of hogere eigen wensen), bijvoorbeeld om in de zomer meer te kunnen koelen, dan is het zinvol de capaciteit in de winter terug te kunnen regelen tot de capaciteit die voor luchtverversing vereist is. Dit kan bijvoorbeeld door toepassing van een toerenregeling op de ventilatoren.

Toepassing van vochtterugwinning kan in systemen met gebalanceerde ventilatie, waar de luchtstromen bij elkaar komen, met een toestel voor warmteterugwinning die ook geschikt is voor vochtterugwinning. Voor deze eigenschap is het noodzakelijk dat de toe- en afvoerlucht afwisselend met dezelfde oppervlakte van de warmtewisselaar in contact komen. Een warmtewiel en een intermitterende warmtewisselaar kunnen deze eigenschappen hebben. Het rendement voor vochtterugwinning bedraagt dan 0,55. Vochtterugwinning door recirculatie komt via NEN 8088-1 tot uitdrukking in de berekende luchthoeveelheid die bevochtigd moet worden.

19. BEPALING ENERGIEGEBRUIK WARM TAPWATER

De bepalingsmethode voor warm tapwater is in principe gelijk aan die in NEN 5128 en NEN 2916, maar een aantal onderdelen is verfijnd. Zo kan nu rekening worden gehouden met de werkelijke lengte van circulatieleidingen en de mate van isolatie van deze leidingen.

In een rekenzone wordt voor woningen het energiegebruik per energiedrager bepaald. Meestal gaat het echter om slechts één energiedrager (gas of elektriciteit). In de utiliteitsbouw kiest men het systeem waarop de meeste tappunten in de rekenzone zijn aangesloten.

De berekening vindt plaats op basis van een opgelegde netto warmtebehoefte, waarna het energiegebruik bepaald wordt aan de hand van:

1. afgifterendement (opwarmen/afkoelen leidingen);
2. distributierendement (warmteverliezen);
3. warmteterugwinning met douche WTW;
4. bijdrage van zonne-energiesystemen;
5. opwekkingsrendement (opwekker en opslag);
6. hulpenergie distributie en opwekking.

Het principe en de mogelijke combinaties van systemen zijn schematisch weergegeven in figuur 19.1.

De netto warmtebehoefte wordt in de norm voor woningen bepaald aan de hand van het aantal woningen en de totale gebruiksoppervlakte. Bij utiliteitsgebouwen is deze alleen afhankelijk van de gebruiksoppervlakte. De warmtebehoefte is zodoende een opgelegde waarde per rekenzone.

De belangrijkste factoren waarop men invloed kan uitoefenen om het energiegebruik te beperken en hoe deze bepaald worden, zijn weergegeven in tabel L19.1

Tabel L19.1 Belangrijkste factoren waarop men invloed kan uitoefenen om het energiegebruik voor warm tapwater te beperken.

Bepaling van behoefte en verliezen:		Uitkomst afhankelijk van of bepaald door:
1	<i>Afgifterendement (19.3)</i>	
	Warmteverliezen aan tappunt en door opwarmen van leidingen	Woningen: forfaitair met keuze in leidingdiameter of via tabel 19.2. Utiliteitsbouw: forfaitair met keuze uittapleiding meer of minder dan 3 m (tabel 19.3).
2	<i>Distributierendement (19.4)</i>	
	Circulatieleiding binnen en buiten gebouw, maar op eigen perceel	Geen circulatieleiding: rendement is 1,0. Lengte van de leiding. Isolatie dikte (forfaitair of werkelijke dikte). Continu bedrijf of onderbroken.
	Conversierendement van individuele afleverzet	Geen afleverzet: rendement = 1,0. Temperatuurniveau aansluiting HT (retourtemperatuur > 50 °C) of LT (retourtemperatuur < 50 °C).
	Distributie buiten perceelgrens	Indien van toepassing: Bepaling in NVN 7125.
3	<i>Warmteterugwinning uit douchewater = DWTW (19.5)</i>	
	Hoeveelheid teruggewonnen energie	Wijze van aansluiten (figuur 19.4 t/m 19.6). Forfaitair rendement van 0,4 of fabrikantverklaring voor rendement (bijlage B).
4	<i>Bijdrage van zonne-energiesystemen (19.6)</i>	
	Voorverwarmer zonneboiler (figuur 19.7) met of zonder separate naverwarmer	Collectoroppervlakte. Eigenschappen collector.
	Zonneboiler met geïntegreerde naverwarmer	Collectoroppervlakte eigenschappen collector, soort naverwarmer (gas of elektrisch) en volume opslagvat.
	PVT-systeem (zonnepaneel levert elektriciteit en warmte)	Collectoroppervlakte, afgedekt met glas of niet en Fabrikantgegevens.
5	<i>Opwekkingsrendement (19.7)</i>	
	Individuele opwekker in gebouw of buiten op eigen perceel (compleet product, zoals HR-ketel of warmtepomp)	Soort opwekker. Toepassingsklasse. Opwekkingsrendement forfaitair (tabel 19.6) of Fabrikantafhankelijk (bijlage A of G).
	Individuele samengestelde opwekker in gebouw of buiten op eigen perceel (zonneboiler met naverwarmer, warmtepomp met ketel, WKK met ketel enz.)	Optimale combinatie (energiefractie). Isolatie dikte opslagvat, opwekkersleidingen e.d. Fabrikantafhankelijk opwekkingsrendement per toestel (bijlage A of G).
	Collectieve systemen (een of meer direct- of indirect gestookte boilers)	Soort opwekker(s). Isolatie dikte. Volume van de boilers.
	Opwekker buiten eigen perceel	Vaste waarde van 1,0
	Opwekker buiten eigen perceel met toepassing van getrapte eis.	In eerste trap 1,0. In tweede trap 1,1 of bepalen volgens NVN 7125
6	<i>Hulpenergie (19.8)</i>	
	Distributiesysteem	Voor circulatiepompen het vermogen van de pomp (afhankelijk van de lengte van de leidingen en verder opgelegde waarden). Verwarmingslint (bepaling 7.2 van NEN-EN 15316-3-2)
	Warmteopwekking	Elektronica (bijna altijd aanwezig). Ventilator (HR-verbrandingstoestellen). Bronpomp (warmtepomp). Oplossingspomp (absorptie warmtepomp).
	Zonne-energie	Collectorpomp (minimaal 25 W). Collectorpompregeling (opgelegd vermogen van 2 W). Vorstbeveiliging (vermogen van elektrisch verwarmingselement).

Toelichting bij tabel L19.1:

Afgifterendement

Invloed lengte uittapleiding en inwendige diameter zijn even groot. De meest ongunstige combinatie kan het energiegebruik vier keer zo groot maken.

Distributierendement

Een circulatieleiding kan verantwoordelijk zijn voor een groot deel van de warmteverliezen voor warm tapwater. Probeer daarom een circulatieleiding te vermijden. Bij sommige gebruiksfuncties is toepassing echter onvermijdelijk. Goed isoleren is dan altijd een kosteneffectieve maatregel. Ga bij nieuwbouw dan ook uit van een zo groot mogelijke isolatiedikte en een goede kwaliteit van de isolatie. Voor nieuwbouw loont het al snel om de weg via de werkelijke isolatiedikte te bewandelen en niet via de forfaitaire waarden. In een gebouw dat niet continu wordt gebruikt, is onderbroken bedrijf een goed uitgangspunt.

Warmteterugwinning uit douchewater

DWTW is zeer aan te bevelen in gebruiksfuncties met een hoog tapwatergebruik, waarvan een groot aandeel door douches, zoals woningen, celfuncties, logiesfuncties, gezondheidszorg (klinisch) en sportfuncties. Het forfaitaire rendement (0,4) levert al een aanzienlijke besparing bij deze functies. Beter nog is het gebruik van het werkelijke rendement dat door de fabrikant verstrekt kan worden. Toepassing van het principe volgens figuur 19.4 geeft in het algemeen het hoogste rendement.

Bijdrage van zonne-energiesystemen

In het algemeen is een systeem met een voorraadvat en separate naverwarmer beter in staat om zo veel mogelijk zonne-energie te benutten. Bovendien verbruikt een gasgestookte naverwarmer minder primaire energie dan een elektrische naverwarmer.

Opwekkingsrendement

De toepassingsklasse hangt samen met de hoeveelheid warm tapwater die per minuut geleverd moet kunnen worden. In een nieuwe woning is het vermogen dat nodig is voor warm tapwater meestal groter dan voor verwarming. Klasse 1 is van toepassing op een toestel dat alleen voor keukengebruik bestemd is. Als er alleen een douche aanwezig is en er ook geen keuzemogelijkheid is om later een bad aan te brengen, dan is toepassingsklasse 2 of 3 voldoende. Bij aanwezigheid van een bad is klasse 4 minimaal gewenst en bij gelijktijdig gebruik van meerdere tappunten klasse 5 of 6 met opslagcapaciteit. Opwekkingstoestellen met een grote afzetmarkt zijn meestal per type getest, waarbij ook het rendement normatief is vastgesteld. De fabrikanten zorgen voor opgave van de opwekkingsrendementen die van toepassing zijn in NEN 7120. Als er nog geen fabriek keuze is gemaakt, kan het rendement voor deze toestellen forfaitair worden bepaald aan de hand van tabel 19.16. Voor gasgestookte toestellen is HR_{ww} dan de beste keuze. Het loont echter meestal de moeite om een fabriek te kiezen en de werkelijke opwekkingsrendementen te hanteren. Het

rendement van samengestelde opwekkingsinstallaties wordt bepaald aan de hand van de energiefractie van elk toestel en het opwekkingsrendement van de afzonderlijke toestellen. Tabel 19.19 geeft forfaitaire waarden voor met gas gestookte ketels. Voor WKK dient alleen het thermisch rendement te worden gehanteerd. Voor nieuwbouw wordt aanbevolen altijd de maximale isolatiedikte te realiseren.

Een 'getrapte eis' wil zeggen dat bij inzet van een hoger opwekkingsrendement een door de regelgever bepaalde eis wordt gesteld aan zowel de energieprestatie van het gebouw (met opwekkingsrendement van 1,0) als het gebouw met het opwekkingsrendement volgend uit NVN 7125 of een forfaitaire waarde van 1,1.

Hulpenergie

De bepalingsmethode voor de hulpenergie van pompen in het distributiesysteem is vrij gedetailleerd. Praktisch is de lengte van de leidingen echter de enige beïnvloedbare factor op het moment van de bouwaanvraag. Voor de hulpenergie van de opwekker zal men moeten terugvallen op de forfaitaire waarden uit 19.8.3.3 van NEN 7120. Voor nieuwbouw kan men er hierbij van uitgaan dat deze toestellen niet kunnen functioneren zonder stand-by elektronica en verbrandingstoestellen niet zonder ventilator en gasklep.

Voor het bepalen van de hulpenergie voor zonne-energie is het energiegebruik van de collectorpomp niet te beïnvloeden door energiezuinige keuzes, tenzij voor het functioneren van het systeem geen pomp nodig is. Dit laatste is meestal niet het geval. Met betrekking tot de vorstbeveiliging zou men moeten kiezen voor een systeem dat functioneert zonder (elektrische) vorstbeveiliging, omdat het energiegebruik hiervan al snel groter zal zijn dan de pompenergie.

20. GEBOUWGEBONDEN PRODUCTIE VAN ELEKTRICITEIT OP HET EIGEN PERCEEL

NEN 7120 geeft in dit hoofdstuk een bepalingsmethode voor de elektriciteitproductie van warmtekrachtinstallaties (WKK) en zonnepanelen (PV) op eigen perceel (gebouwgebonden).

WKK

In NEN 7120 wordt de inzet van primaire energie bij het gelijktijdig produceren van warmte en elektriciteit (WKK) op het eigen perceel aan de warmteproductie toegerekend. Het voordeel van de elektriciteitproductie wordt als aftrekpost meegerekend in 5.4.2. Uitgangspunt is dat bij gelijktijdige productie van warmte en elektriciteit alleen elektriciteitsproductie wordt gewaardeerd als deze opgewekt wordt op het moment dat er in het gebouw een warmtevraag bestaat. De elektriciteitsproductie kan dus niet groter worden dan behorende bij de maximale warmtevraag.

De jaarlijkse bijdrage van WKK in de elektriciteitsvraag wordt bepaald aan de hand van de fracties warmte die de WKK levert voor verwarming en warm tapwater en het

omzettingsgetal (rendement) voor warmte en elektriciteit. De omzettingsgetallen worden bepaald in 14.6.4.4.

Hoewel een hoog rendement voor elektriciteitsopwekking, en daarmee samengaan een laag rendement voor warmteopwekking, een hoog energiegebruik oplevert voor verwarming, is dit naar verhouding het meest gunstig voor het uiteindelijke primaire energiegebruik. Grote WKK-installaties kunnen in het algemeen een hoger rendement voor elektriciteitsproductie realiseren dan kleine installaties.

Elektrische zonnepanelen (photovoltaïsche panelen PV)

Voor de bijdrage van PV in de elektriciteitsvraag zijn de in tabel L 20.1 opgenomen eigenschappen van belang.

Tabel L 20.1 Eigenschappen en invloedfactoren bij toepassing van PV-panelen.

Eigenschappen	Invloedfactoren/bepaling door
1. Opbrengstfactor RF	Mate van warmteafvoer, tabel 20.1.
2. Piekvermogen S	Fabrikantgegevens of tabel 20.2. Kies voor: - vaste panelen: multikristallijn of monokristallijn silicium; - buiscollectoren: koper indium/gallium diselenide (CIGS dunne film) of cadmiumtelluride (vraag fabrikant); flexibele dakbedekking: amorf silicium zonnecel.
3. Beschaduwingsreductiefactor $F_{sh;ob;an}$	Bepaald in 21.3.
4. Correctie voor beschaduwing c_s	Tabel 20.5, waarbij $F_{sh;ob;an}$ bekend moet zijn.
5. Oriëntatie van de panelen	Tabel 21.2. De beste oriëntaties zijn ZO, Z en ZW onder een hoek van 30-45°.
6. Effectieve paneeloppervlakte A	De oppervlakte van de panelen, exclusief afwerking.

Toelichting:

1. Het rendement van PV-panelen wordt lager naarmate de temperatuur van het paneel stijgt.
2. Het piekvermogen wordt opgegeven door de fabrikant van de PV-panelen.
3. Deze correctie is nodig voor PV-panelen, omdat de stroomopbrengst meer dan evenredig afneemt bij beschaduwing.

PVT-systemen

PVT-systemen zetten zonne-energie om in zowel bruikbare warmte als elektriciteit. In feite is hier sprake van een WKK-installatie met zonne-energie als brandstof. De elektriciteitsopbrengst wordt bepaald alsof het een gewoon PV-systeem betreft met een correctie voor de verminderde opbrengst van met glas afgedekte systemen volgens tabel 20.3. De elektriciteitsopbrengst is kleiner bij een afgeschermd paneel. Ook is deze opbrengst kleiner als de gemiddelde temperatuur van het paneel hoger is. Dit wordt in rekening gebracht door de grootte van het opslagvat hierbij te betrekken.

21. KLIMAATGEGEVENS

21.3 Bepaling beschaduwingsfactor

De beschaduwing wordt in rekening gebracht met de beschaduwingsreductiefactor. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in de volgende situaties:

- berekening van de warmtebehoefte;
- berekening van de opbrengst van zonnecollectoren en PV-panelen;
- berekening van de koudebehoefte.

Verder wordt onderscheid gemaakt in obstakels gezien vanaf de grond (belemmeringen) en obstakels gezien vanaf de hemel (overstekken).

Voor de bepaling van de beschaduwingsreductiefactor door belemmeringen en overstekken is in de norm een vereenvoudigde methode gegeven. Er mag echter ook gebruik worden gemaakt van een uitgebreide methode. In de meeste gevallen voldoet de vereenvoudigde methode. Deze methode wordt hierna toegelicht. De daarbij gehanteerde begrippen zijn toegelicht in de norm.

Tabel L 21.1 geeft de soorten belemmeringen en overstekken waarin de norm onderscheid maakt, met bijbehorende criteria en bepaling van de beschaduwingsreductiefactor.

Tabel L 21.1 Criteria voor soorten belemmeringen/overstekken en de bijhorende bepalingsmethode voor de beschaduwingsreductiefactor voor warmte- en koudebehoefte en zonne-energie.

Soort belemmering of overstek	Criteria (op eigen perceel)	Beschaduwingsreductiefactor $F_{sh:ob}$
a. Minimale belemmering	Geen belemmeringen ($h_b < 0,36$) Geen zijbelemmeringen ($b_b > 3,73$) Geen overstekken ($h_o > 1,0$)	Warmtebehoefte: tabel 21.4 of 21.13 Koudebehoefte: altijd 1,0 Zonne-energie: altijd 1,0 of tabel 21.15
b. Belemmering met constante hoogte evenwijdig aan het zonontvangende vlak	Vlak is verticaal Belemmering met constante hoogte en evenwijdig aan zonontvangende vlak Geen zijbelemmeringen ($b_b > 3,73$) Geen overstekken ($h_o > 1,0$) Voorbeeld: zie figuur 21.6	Warmtebehoefte: tabel 21.7 of 21.13 Koudebehoefte: altijd 1,0 Zonne-energie: tabel 21.15
c. Overstek evenwijdig aan verticaal zonontvangende vlak	Vlak is verticaal Overstek aanwezig ($h_o < 1,0$) Alleen voor woonfunctie: geen zijbelemmeringen ($b_b > 3,73$) geen belemmeringen ($h_b < 0,36$)	Warmtebehoefte: tabel 21.8 of 21.13 Koudebehoefte: tabel 21.9 of 1,0 Zonne-energie: tabel 21.15.
d. Zijbelemmeringen loodrecht op het zonontvangende vlak	Vlak is verticaal (verwarming en koeling) Zijbelemmering $> 2,5$ m boven zonontvangende vlak (koeling) Zijbelemmeringen ($b_b < 3,73$) Geen belemmeringen ($h_b < 0,36$) Geen overstekken ($h_o > 1,0$)	Warmtebehoefte: tabel 21.10 of 21.13 Koudebehoefte: tabel 21.11 of 1,0 Zonne-energie: tabel 21.12 of 21.15
e. Volledige belemmering	Belemmeringen ($h_b > 0,36$) Overstek aanwezig ($h_o < 1,0$)	Warmtebehoefte: tabel 21.13 Koudebehoefte: tabel 21.14 of 1,0 Zonne-energie: tabel 21.15

Bijlage 1. Voorbeeld 1: Tussenwoning

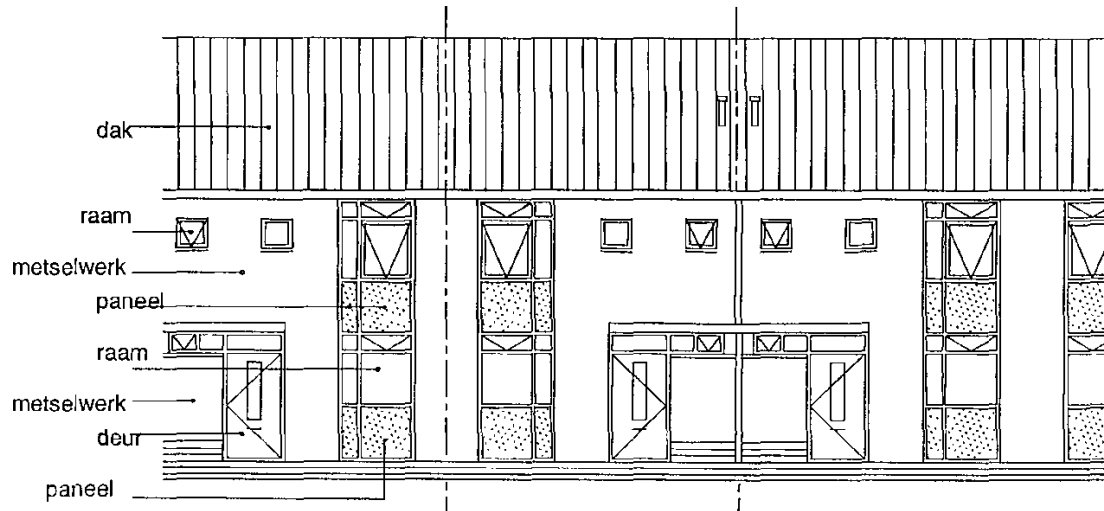
Voorbeeld 1 is een doorzonwoning. Het is een tussenwoning waarvan de voorgevel op het noorden ligt en de achtergevel op het zuiden. Op de volgende pagina's zijn de plattegronden en gevelaanzichten van dit voorbeeld weergegeven.

De belangrijkste uitgangspunten voor de woning zijn:

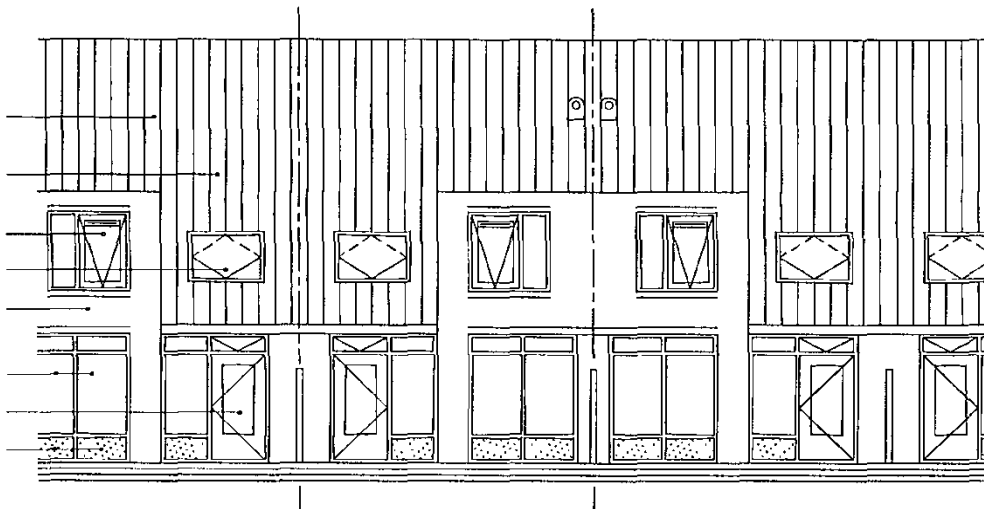
- $R_{c \text{ dak}} = 5 \text{ m}^2\text{K/W}$, $R_{c \text{ gevel}} = 4 \text{ m}^2\text{K/W}$, $R_{c \text{ bgvloer}} = 4 \text{ m}^2\text{K/W}$.
- $U_{\text{glas}} = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ en houten kozijnen.
- Ventilatie met roosters in de gevels en mechanische afzuiging in toilet, keuken en badkamer.
- Warmteafgifte door middel van vloerverwarming op de begane grond en LT-convectoren op de verdiepingen.
- Verwarming en warmtapwater met een warmtepomp op een bodemwarmtewisselaar.
- De woning kan in de zomer worden gekoeld met de bodemwarmtewisselaar, zonder tussenkomst van de warmtepomp.
- Douche-wtw.
- Buitenzonwering voor de zuidgevel.

Voor het uitvoeren van een energieprestatieberekening dienen de volgende drie stappen te worden doorlopen:

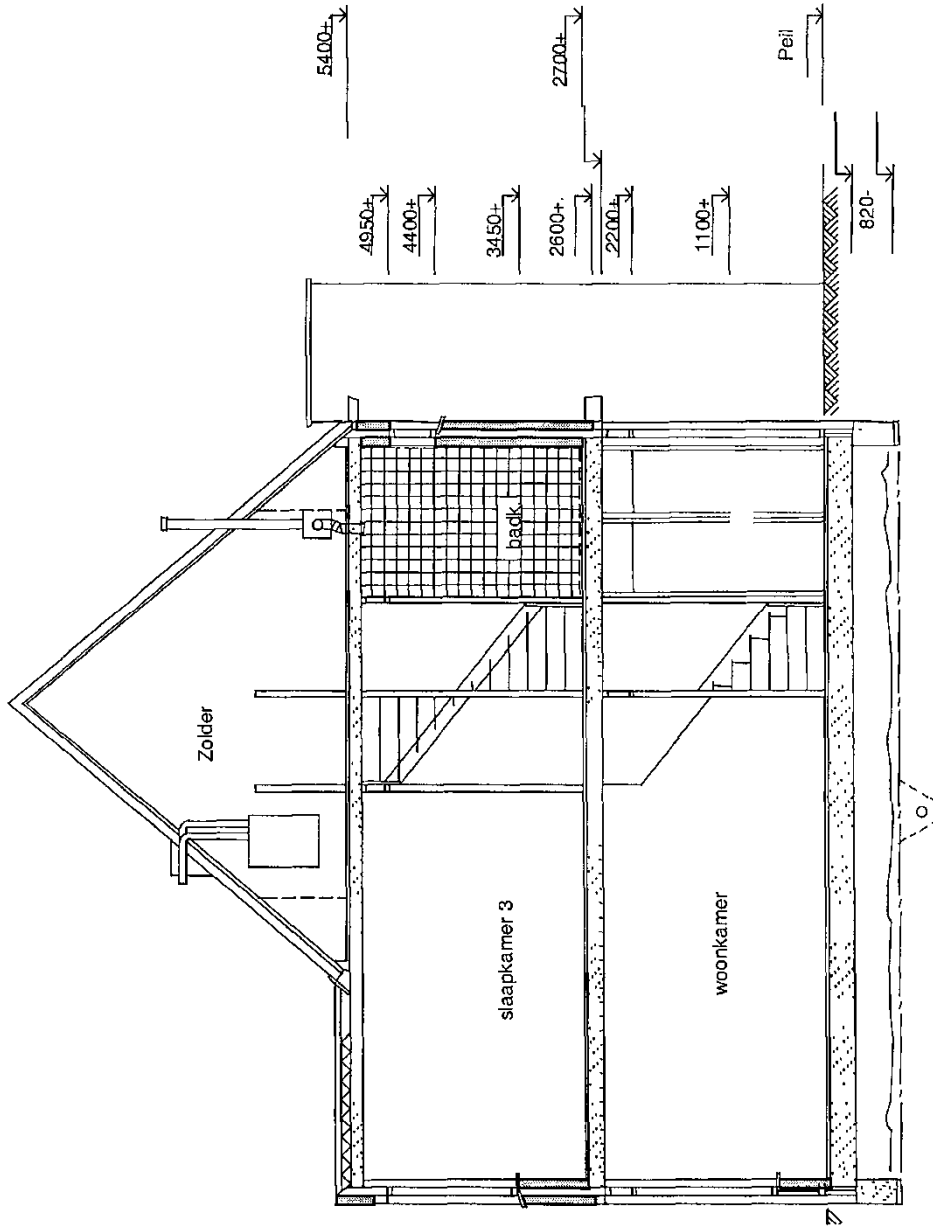
- 1 Schematiseren van de woning;
- 2 Vaststellen van bouwkundige uitgangspunten;
- 3 Vaststellen van installatietechnische uitgangspunten.



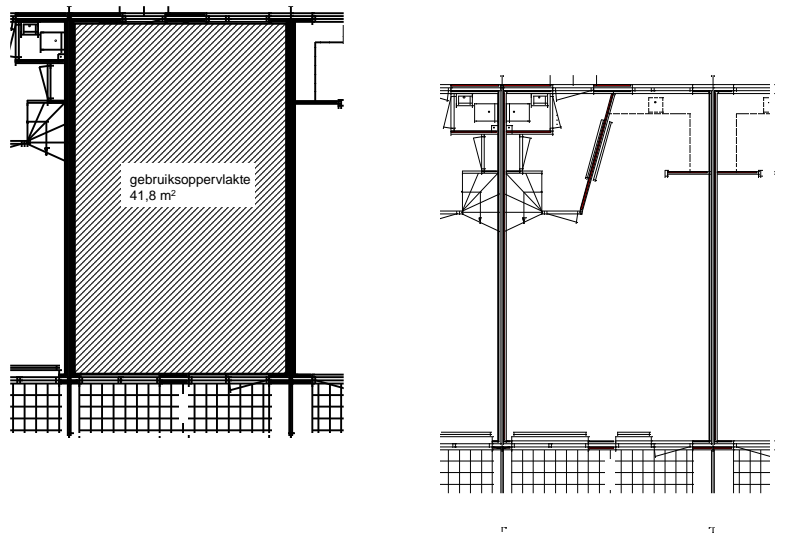
Figuur B1.1 — Voorgevel (noord) doorzonwoning



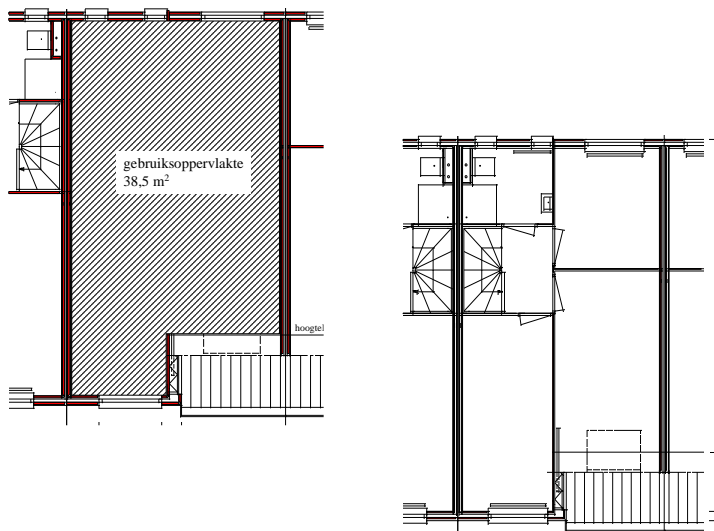
Figuur B1.2 — Achtergevel (zuid) doorzonwoning



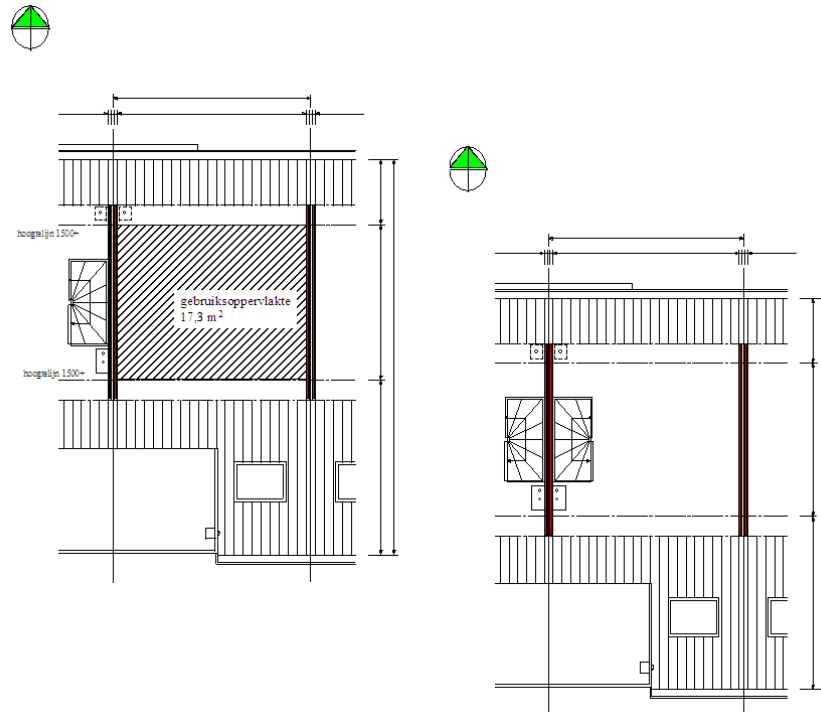
Figuur B1.3 — Doorsnede doorzonwoning (maten in mm)



Figuur B1.4 — Plattegrond begane grond doorzonwoning (grijs raster is gebruiksoppervlakte)



Figuur B1.5 — Plattegrond eerste verdieping doorzonwoning (grijs raster is gebruiksoppervlakte)



Figuur B1.6. Plattegrond tweede verdieping doorzonwoning (grijs raster is gebruiksoppervlakte)

STAP 1: Schematiseren van de woning

Gebruiksfunctie

Alle vertrekken vallen binnen de woonfunctie en worden verwarmd.

Gebouwbegrenzing

De thermische schil van de woning vormt de gebouwbegrenzing. De rekenzones liggen binnen deze thermische schil (de EPC-begrenzing). In dit voorbeeld is geen AOR, AOS of sterk geventileerde ruimte aanwezig.

Klimatiseringszones

Als de criteria worden toegepast uit figuur L 6.1, dan geldt:

- Er is sprake van één verwarmingssysteem. Er worden verschillende systemen gebruikt voor warmteafgifte op de begane grond (vloerverwarming) en op de verdieping (LT-convectoren), maar deze vallen onder hetzelfde verwarmingssysteem.
- Er is sprake van één koelsysteem. Ondanks de verschillende afgiftesystemen (dezelfde als voor verwarming) is er maar één koelsysteem.
- Meer dan 80 % van A_g heeft hetzelfde ventilatiesysteem.

Er is dus maar sprake van één klimatiseringszone in de woning.

Rekenzones

Er is slechts sprake van één gebruiksfunctie, zodat de klimatiseringszone als één rekenzone kan worden beschouwd.

Gebruiksoppervlakte

De gebruiksoppervlakte is de oppervlakte binnen de gevels en de woningscheidende constructies die de verwarmde zone(s) omhullen. Het trapgat behoort bij de eerste en tweede verdieping te worden meegerekend tot de gebruiksoppervlakte, omdat de oppervlakte ervan kleiner is dan 4 m^2 . Op de tweede verdieping behoort rekening te worden gehouden met het schuine dak. De oppervlakte met een netto-hoogte $< 1,5 \text{ m}$ behoort niet tot de gebruiksoppervlakte.

De totale gebruiksoppervlakte van de woning bedraagt $97,6 \text{ m}^2$ en bestaat uit:

- begane grond: $8,2 \times 5,1 = 41,8 \text{ m}^2$;
- eerste verdieping: $8,2 \times 5,1 - 1,2 \times 2,75 = 38,5 \text{ m}^2$;
- zolder: $3,4 \times 5,1 = 17,3 \text{ m}^2$.

STAP 2: Vaststellen van bouwkundige uitgangspunten*Transmissie*

Warmteverlies door transmissie vindt plaats door de uitwendige scheidingsconstructie, de dichte en transparante delen, van een woning. Het warmteverlies door de uitwendige scheidingsconstructie is afhankelijk van de begrenzing en oriëntatie, de oppervlakte, de warmteweerstand van de dichte delen en de warmtedoorgangscoefficiënt van de transparante delen.

Constructies die grenzen aan de buurwoning worden beschouwd als aangrenzend verwarmde ruimte (AVR) en worden in de *EPC*-berekening buiten beschouwing gelaten omdat wordt uitgegaan van thermisch evenwicht.

Voor de ramen geldt de oppervlakte van het glas inclusief kozijn. In NEN 1068 staat uitgebreid hoe de oppervlakten dienen te worden bepaald.

Deuren met meer dan 65 % glas worden als transparant deel beschouwd. Door een dichte deur is geen zontoetreding en wordt voor de g_{gl} een waarde van 0 gehanteerd. Delen mogen bij elkaar worden opgeteld, mits ze dezelfde warmteweerstand en aard van de scheidingsconstructie hebben. Oppervlakten van beganegrondvloeren, gevels en daken behoren vanwege het verschil in begrenzing ('kruipruimte', buitenlucht met oriëntatie, respectievelijk 'buitenlucht, boven') altijd apart in rekening te worden gebracht. Oppervlakten van gevel- en dakdelen mogen dus niet bij elkaar worden opgeteld vanwege de verschillende overgangswaarden.

De aanwezige ventilatieroosters in deze woonfunctie hebben een oppervlakte die minder is dan 1 % van de gebruiksoppervlakte. Voor de roosters is daarom een *U*-waarde aangehouden die gelijk is aan de *U*-waarde van de constructie die grenst aan het ventilatierooster, met de hoogste warmtedoorgangscoefficiënt. In dit geval is dat de *U*-waarde van de ramen. De oppervlakte van de ventilatieroosters is in dit geval bij de oppervlakte van de ramen opgeteld.

Voor de woning wordt uitgegaan van:

- beganegrondvloer, $R_c = 4,0 \text{ m}^2\text{K/W}$;
- gevels, $R_c = 4,0 \text{ m}^2\text{K/W}$;
- dak, $R_c = 5,0 \text{ m}^2\text{K/W}$;
- ramen, HR⁺⁺ glas ($U_{gl} = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$) in houten kozijnen ($U_{fr} = 2,4 \text{ W/m}^2\text{K}$), $U_w = 1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ (zie tabel L8.1);
- $g_{gl} = 0,6$ en handbediende buitenzonwering voor de zuidgevel;
- geïsoleerde voordeur, $U_d = 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ en ongeïsoleerde houten achterdeur, $U_d = 2,4 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Tabel B1.1 geeft een overzicht van de gegevens voor de transmissieverliezen.

Tabel B1.1. Overzicht transmissiegegevens.

Constructie-deel	Omschrijving	A_g [m ²]	R_c [m ² K/W]	U_w of U_d [W/m ² K]	g_{gl} [-]
Vloer	Beganegrondvloer	41,8	4,0		
Achtergevel	Metselwerk	8,4	4,0		
	Paneel bg	1,6	4,0		
	Deur bg-hout	1,3		2,4	0
	Deur bg-glas	0,9		1,7	0,6
	Ramen	8,3		1,7	0,6
Voorgevel	Metselwerk	16,7	4,0		
	Panelen	3,0	4,0		
	Geïsol. deur bg	2,3		2,0	0
	Raam keuken bg	2,3		1,7	0,6
	Ramen verdieping	3,2		1,7	
	Ramen bg	0,6		1,7	0,6
Zijkant	Wang	2,6	4,0		
Dak	Pannendak	60	5,0		
	Plat dak	5,0			
	Raam	1,1		1,7	0,6

Lineaire koudebruggen

Er kan gekozen worden tussen de vereenvoudigde (forfaitaire) of uitgebreide methode. In dit voorbeeld is uitgegaan van de forfaitaire methode.

Om de invloed van lineaire koudebruggen forfaitair te kunnen bepalen is de perimeter van de begane grondvloer nodig. Voor deze tussenwoning zijn dit de breedte van de voor en achtergevel ($2 \times 5,1 = 10,2 \text{ m}$). Bij een hoekwoning zou ook de lengte van de kopgevel meegenomen moeten worden en bij een vrijstaande woning dient de omtrek van de gehele begane grond te worden bepaald.

Belemmeringen en overstekken

Voor het zolderraam kan de doorgetrokken achtergevel naar de verdieping een belemmering vormen. Er is geen overstek en er zijn geen overstaande belemmeringen. Voor de zijbelemmering geldt dat $b_b = 0,7$. Als de criteria van paragraaf 21.3.2 (zie ook tabel L 21.1) worden toegepast om de situatie met betrekking tot de beschaduwing te beoordelen, dan is situatie a niet van toepassing omdat $b_b < 3,73$. Ook aan de voorwaarden voor de situaties b c en e wordt duidelijk niet voldaan. De situatie lijkt het meest op situatie d, maar het gaat hier niet om een verticaal vlak en de zijbelemmering is minder dan 2,5 m hoger dan de bovenkant van het zonontvangende vlak. Eigenlijk ligt de situatie tussen a en d in. Het aanhouden van situatie d is verdedigbaar, maar formeel moeten nu de meest conservatieve waarden worden aangehouden. Dit komt overeen met situatie e voor verwarming en zonne-energie en situatie a voor koeling. Het effect van de conservatieve benadering zal niet heel groot zijn op het eindresultaat.

Infiltratie

De specifieke infiltratie $q_{v10; spec}$ wordt bepaald volgens paragraaf 5.8 van NEN 8088-1 en bedraagt voor deze uit steen opgetrokken woning $0,4 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$.

Thermische capaciteit

Voor de woning wordt uitgegaan van de categorie ‘traditionele gemengd zwaar’. Dit betekent een massief binnenspouwblad, massieve woningscheidende wanden en massieve vloeren. Volgens tabel 12.1 mag dan forfaitair een warmtecapaciteit D_m van $450 \text{ kJ/m}^2\text{K}$ worden gehanteerd.

STAP 3: Vaststellen van installatietechnische uitgangspunten*Verwarming*

Zoals reeds aangegeven in stap 1, geldt volgens tabel 14.1 voor de warmteafgifte een rendement van 1,0 voor zowel de vloerverwarming op de begane grond als voor de convectoren op de verdiepingen. Omdat er sprake is van een individueel verwarmingssysteem voor deze woning op lage temperatuur (LT) en geïsoleerde cv-leidingen in onverwarmde ruimten, bedraagt het distributierendement volgens tabel 14.2 en 14.3 eveneens 1,0.

De elektrische aangedreven (combi-)warmtepomp is het enige toestel waarmee de woning verwarmd wordt. Uitgaande van de bodem als bron en een ontwerpaanvoertemperatuur van maximaal 45 °C bedraagt het forfaitair opwekkingsrendement volgens tabel 14.13 ten minste 3,4 ($C_{source} = 1,0$). Dit is een vrij laag rendement en energetisch niet aantrekkelijk genoeg. Daarom dient de warmtepomp ten minste te voldoen aan de eisen uit tabel 14.14. Het forfaitair rendement bedraagt dan 3,9. Dit is al beter, maar nog steeds niet erg hoog. Daarom bestaat er ook de mogelijkheid op dit moment al een fabrikant te selecteren met een nog hoger rendement, verantwoord in een gecontroleerde kwaliteitsverklaring. De installatie bevat één hoofdpomp voor het systeem als geheel één aanvullende pomp voor de vloerverwarming van de begane grond. Beide pompen zijn voorzien

van toerenregeling. In tabel L 14.6 staan de rekenwaarden die hiervoor worden aangehouden om de hulpenergie te kunnen uitrekenen. Voor de overige hulpenergie blijkt uit tabel L 14.7 dat de stand-by elektronica met een vermogen van 10 W van toepassing is.

Warmtapwater

De warmtepomp wordt in deze woning op zolder geplaatst. De belangrijkste te bepalen factoren zijn opgenomen in tabel L 19.1. van deze leeswijzer.

Voor het bepalen van het afgifterendement dient een verdeling te worden gemaakt tussen bad en aanrecht. De aansluiting van het bad ligt op een (horizontaal + verticale) afstand van ca. 6 m en die van de keuken ligt op ca. 9 m. Bij toepassing van een leiding met inwendige diameter van 10 mm volgt uit tabel 19.2 dat het afgifterendement voor de leiding tussen warmtepomp en aanrecht 0,55 bedraagt en die voor de leiding naar de badkamer 0,86.

Het distributierendement is afhankelijk van de lengte van de leidingen en de isolatiedikte. Voor leidingen met een isolatiedikte van ten minste 20 mm bedraagt het forfaitaire distributierendement 0,7. (zie 19.4.3.3).

De fabrikant van de verticale douche-wtw heeft in een kwaliteitsverklaring een rendement opgegeven van 0,55. Omdat de douche-wtw alleen wordt aangesloten op de koude poort van de douchemengkraan, wordt een correctie op dit rendement toegepast van 0,85 volgens tabel 19.9.

Omdat de warmtepomp een compleet product is, kan voor het opwekkingsrendement de door de fabrikant opgegeven waarde aanhouden, mits de bepaling voldoet aan bijlage A en G. Als het fabrikaat nog onbekend is, dan kan ook de waarde uit tabel 19.6 worden aangehouden. Het opwekkingsrendement bedraagt dan ten minste 1,4. De hulpenergie voor warm tapwater bestaat in dit geval uit energievoor de elektronica en voor de bronpomp van de warmtepomp. Omdat het om een combitoestel gaat is de energie voor de elektronica reeds opgenomen onder de energie voor verwarming.

De energie voor de bronpomp is reeds opgenomen in het opwekkingsrendement van het toestel.

Ventilatie

Er worden roosters in de gevel toegepast, in combinatie met mechanische afzuiging via toilet, badkamer en keuken. Om tocht bij LT-verwarming te voorkomen wordt uitgegaan van zelfregelende roosters (winddruksturing) en sturing op CO₂ per ruimte (op afvoer). De rekenwaarden voor dit systeem worden bepaald in NEN 8088-1. Het systeem valt onder C4c.

Ventilatoren

De energie voor ventilatoren wordt bepaald in NEN 8088-1. Het nominaal opgenomen vermogen wordt door de fabrikant opgegeven en bedraagt in dit geval 40 Watt. Voor de regelbaarheid van systeem C4c wordt volgens tabel 2 van deze norm een reductie in rekening gebracht van 0,57. Het effectief in rekening gebrachte vermogen bedraagt zodoende 23 Watt.

Koeling

De bodemwarmtewisselaar wordt in de zomer gebruikt om de woning af te koelen. Daardoor wordt tevens de bodem (voor een deel) thermisch geregenereerd. Het afgifterendement is volgens 17.2.3 gelijk aan 1,0. De installatie bevindt zich geheel binnen het gebouw, waardoor alleen een intern distributierendement van toepassing is. Ook dit rendement is gelijk aan 1,0 (zie 17.3.3.1.1). Het opwekkingsrendement voor koeling kan bepaald worden met tabel 17.6. Voor woningen met bodemkoeling geldt dan een rendement van 10.

De hulpenergie voor het koelen van individuele woningen is opgenomen in het opwekkingsrendement voor koude, zodat deze niet apart in rekening hoeft te worden gebracht.

Zomercomfort

Het glaspercentage in de voorgevel bedraagt ca. 25 % en in de achtergevel 50 %, Omdat de voorgevel op het noorden ligt en de achtergevel op het zuiden is de zuidgevel maatgevend. Uitgaande van tabel L 17.4 mag verondersteld worden dat er een risico bestaat op oververhitting. Buitenzonwering op deze oriëntatie is dus wenselijk. In de slaapkamers zijn de glaspercentages 30 % of lager. Uit tabel L 17.5. blijkt dat het risico op oververhitting dan gering is.

Overig

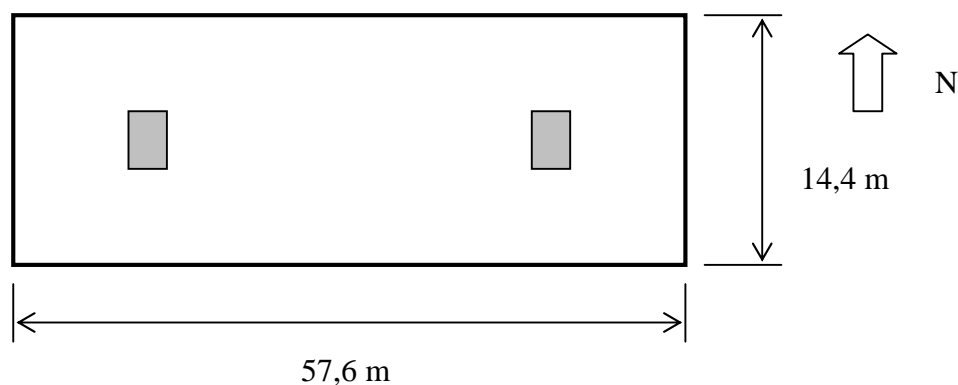
In de woning wordt geen bevochtigingssysteem toegepast.

Het energiegebruik voor verlichting wordt forfaitair bepaald op basis van een vast energiegebruik per m² gebruiksoppervlakte.

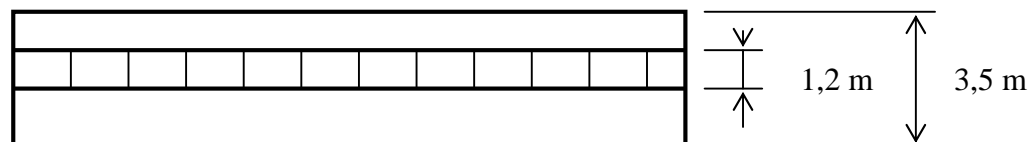
Bijlage 2 Voorbeeld 2: Kantoorgebouw

Beschrijving van het gebouw

Het betreft een eenvoudig kantoorgebouw met een rechthoekige plattegrond en vier verdiepingen met een lengte van 57,6 m, een diepte van 14,4 m en een totale hoogte van 14,1 m. Het gebouw heeft vier bouwlagen.



Figuur B2.1. Plattegrond van een verdieping.



Figuur B2.2. Gevelaanzicht van verdieping met doorlopende pui.

De belangrijkste kenmerken van het kantoor zijn:

- Op de begane grond is 250 m² vergaderruimte voorzien.
- $R_{c \text{ dak}} = 6 \text{ m}^2\text{K/W}$, $R_{c \text{ gevel}} = 4 \text{ m}^2\text{K/W}$, $R_{c \text{ bgvloer}} = 4 \text{ m}^2\text{K/W}$.
- $U_{\text{glas}} = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ en aluminium kozijnen.
- Ventilatie met gebalanceerd systeem en warmteterugwinning (warmtewiel).
- Warmteafgifte door middel van vloerverwarming. Ventilatielucht wordt zonodig centraal naverwarmd.
- Warmteopwekking verwarming door middel van een warmtepomp op een aquifer (grondwater) en een HR107 ketel.
- De kantoorfuncties worden geventileerd met een gemiddelde ventilatiecapaciteit van 8 m³/h per m² en de vergaderfuncties met een capaciteit van 12 m³/h per m².
- Het kantoor wordt in de zomer gekoeld met de bodemwarmtewisselaar, zonder tussenkomst van de warmtepomp. Hiermee worden zowel de vloer als de toevoerlucht gekoeld.

- Voor warm tapwater worden in elektrische boilers ingezet van 10 liter per kitchenette. Elke verdieping heeft twee kitchenettes.
- De oost-, zuid- en westgevel worden uitgevoerd met automatisch bediende buitenzonwering.
- Verlichting in kantoren met 300 lux basisverlichting, aangevuld met bureaulampen. In de vergaderruimten bedraagt de basisverlichting 500 lux.

Voor het uitvoeren van een energieprestatieberekening dienen de volgende drie stappen te worden doorlopen:

- 1 Schematiseren van het gebouw
- 2 Vaststellen van bouwkundige uitgangspunten
- 3 Vaststellen van installatietechnische uitgangspunten

STAP 1: Schematisering van het gebouw

Gebruiksfunctie

Het gebouw bestaat voor 2.973 m² uit kantoorfunctie en 250 m² uit bijeenkomstfunctie. Volgens 6.5.3 mag voor het gehele gebouw de kantoorfunctie worden gehanteerd omdat de overheersende functie groter is dan 90 % van de totale gebruiksoppervlakte.

Gebouwbegrenzing

De thermische schil van het kantoor vormt de gebouwbegrenzing. De rekenzones liggen binnen deze thermische schil (de *EPC*-begrenzing). In dit voorbeeld is geen AOR, AOS of sterk geventileerde ruimte aanwezig.

Klimatiseringszones

Om te beoordelen of opdeling van het gebouw in meerde klimatiseringszones nodig is, worden de criteria toegepast uit figuur L 6.2. Omdat in het gehele gebouw hetzelfde klimatiseringssysteem (klimatiseringssysteem 4, volgens tabel 14.5) en hetzelfde ventilatiesysteem worden toegepast, is opsplitsing in meerdere klimatiseringszones niet nodig.

Rekenzones

Het gebouw mag beschouwd worden als één gebruiksfunctie, zodat de klimatiseringszone als één rekenzone kan worden beschouwd.

Gebruiksoppervlakte

Het trapgat van de eerste, tweede en derde verdieping is groter dan 4 m² en behoort daarom niet tot de gebruiksoppervlakte te worden gerekend. Alleen uitwendige dragende scheidingsconstructies worden buiten beschouwing gelaten. De lift wordt niet tot de gebruiksoppervlakte gerekend, omdat het oppervlak van de liftschacht meer dan 4 m² is. De gebruiksoppervlakte is weergegeven in tabel B2.1.

Tabel B2.1. Gebruiksoppervlakten gebouw

Gebouwgedeelte	Gebruiksoppervlakte in m ²
Begane grond	821,2
Eerste verdieping	800,6
Tweede verdieping	800,6
Derde verdieping	800,6
Totaal	3223,0

STAP 2: Vaststellen van bouwkundige uitgangspunten

Transmissiegegevens

De oppervlakte van gevel/dak/vloer, R_c , U_w , g_{gl} en het zonweringstype is bepaald. Voor de combinatie HR⁺⁺ glas met $U_{gl} = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ en aluminium kozijnen met thermische onderbreking kan U_w forfaitair bepaald worden aan de hand van tabel L 8.1. Hieruit blijkt dat een U_w van $2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ mag worden gehanteerd. Hierbij is voor het kozijn een $U_{fr} = 3,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ aangehouden. Omdat er op de markt veel betere kozijnen verkrijgbaar zijn, is het echter raadzaam een fabrikaat te kiezen voor het kozijn en de resulterende waarde te laten uitrekenen door de fabrikant of deze zelf uit te rekenen. In tabel B2.2 zijn de transmissiegegevens opgenomen.

Tabel B2.2 — Gegevens van de oppervlakte, warmteweerstand, warmtedoorgang, zontoetredingsfactor, zonwering en eventueel overstek.

Gevel		A m^2	R_c m^2K/W	U W/m^2K	g_{gl}	Zonwering	Overstek
Noord	Dicht	522	4				
	Glas	290		2,2	0,6	Geen	Geen
Oost	Dicht	131	4				
	Glas	73		2,2	0,6	Automatische buitenzonwering	Geen
Zuid	Dicht	522	4				
	Glas	290		2,2	0,6	Automatische buitenzonwering	Geen
West	Dicht	131	4				
	Glas	73		2,2	0,6	Automatische buitenzonwering	Geen
Dak/vloer	BG-vloer	829	4				
	Dak	829	6				

Lineaire koudebruggen

Er is gekozen voor de vereenvoudigde (forfaitaire) methode. Om de invloed van lineaire koudebruggen forfaitair te kunnen bepalen, is de perimeter van de beganegrondvloer nodig. Dit kantoorgebouw grenst rondom aan grond, waardoor de perimeter gelijk is aan de totale omtrek van de begane grond. In dit geval bedraagt de perimeter 142 m.

Infiltratie

De specifieke infiltratie $q_{v10; spec}$ wordt bepaald volgens NEN 8088-1 paragraaf 5.8 en heeft voor dit kantoor bij een gebouwhoogte van 14,1 m, een standaardgevel en een gebouwvormklasse 4 een waarde van $0,34 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$.

Thermische capaciteit

Voor het kantoorgebouw wordt uitgegaan van kanaalplaatvloeren met een dikte van 200 mm en een gesloten plafond. Het gewicht bedraagt dan ca. 270 kg/m^2 . Volgens tabel 12.2 kan forfaitair een warmtecapaciteit D_m van $110 \text{ kJ/m}^2\text{K}$ worden gehanteerd.

Belemmeringen en overstekken

Er zijn geen belemmeringen en overstekken.

STAP 3: Vaststellen van installatietechnische uitgangspunten

Verwarming

Voor de vloerverwarming geldt volgens tabel 14.1 een afgifterendement van 1,0. Voor de bepaling van het distributierendement dienen de weegfactoren uit tabel 14.5 te worden aangehouden. Daarvoor is het nodig te weten onder welk systeemnummer de installatie voor verwarming en koeling valt. Omdat zowel de vloer als de centraal toegevoerde lucht verwarmd kan worden, valt het systeem in elk geval onder systeemnummer 1 t/m 4. Als alleen vloerkoeling wordt toegepast, zou systeemnummer 2 van toepassing zijn. Omdat echter ook de centraal toegevoerde lucht wordt gekoeld, is systeemnummer 4 van toepassing.

Voor de warmteopwekking wordt voor 50 % van het vermogen een warmtepomp gebruikt en voor 50 % een HR107-ketel. De warmtepomp voldoet aan de eisen uit tabel 14.14, waardoor volgens tabel 14.13 een forfaitair rendement geldt van 4,8 (grondwater, $\theta_{\text{sup}} < 40 \text{ }^\circ\text{C}$ en $c_{\text{source}} = 1,0$). Voor de ketel mag volgens tabel 14.11 een forfaitair rendement van 0,95 (LT-verwarming) worden aangehouden. Omdat er twee verschillende opwekkers zijn, dient nu nog het totaalrendement te worden bepaald.

Met $\beta = 0,5$ bedraagt de energiefractie van de preferente opwekker (de warmtepomp) 0,92. De warmtepomp levert dus 92 % van de totale warmtevraag voor verwarming en de ketel slechts 8 %. Het totaalrendement van de warmteopwekking bedraagt zodoende $0,92 \times 4,8 + 0,08 \times 0,95 = 4,49$.

De installatie bevat één hoofdpomp voor het systeem als geheel en één aanvullende pomp voor de vloerverwarming. Beide pompen zijn voorzien van toerenregeling. In tabel L 14.6 staan de rekenwaarden die hiervoor worden aangehouden om de hulpenergie te kunnen uitrekenen. Voor de overige hulpenergie blijkt uit tabel L 14.7 dat de stand-by elektronica met een vermogen van 10 W van toepassing is. Voor de modulerende ketel is het vermogen van de ventilator/gasklep van 1W/kW ketelvermogen en de correctie voor de mate waarin de ketel kan moduleren (fabrikant afhankelijk) van toepassing.

Warm tapwater

Voor de elektrische boilers in de kitchenettes is de lengte van de uittapleiding kleiner dan 3 m. Het afgifterendement bedraagt hierdoor 1,0 (tabel 19,3). Er is geen sprake van een circulatieleiding. Het distributierendement is daarom gelijk aan 1,0. Het opwekkingsrendement bedraagt 0,75 (tabel 19.16). Samen met het rendement voor elektriciteitsopwekking bedraagt het opwekkingsrendement 0,29.

Ventilatie

De kantoorfuncties (2.973 m^2) worden geventileerd met een gemiddelde ventilatiecapaciteit van $8 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ en de vergaderfuncties (250 m^2) met een capaciteit van $12 \text{ m}^3/\text{h}$ per m^2 . De totale capaciteit bedraagt hierdoor $26.800 \text{ m}^3/\text{h} = 7.450 \text{ l/s}$. In de kantoren wordt geen terugregeling van de ventilatie toegepast. In de vergaderruimten echter wel. Hier kan worden teruggeregeld tot $8 \text{ m}^3/\text{h}$ per m^2 . Dat is in deze ruimten een terugregeling tot 67 %. Op het totaal is er echter slechts sprake van terugregeling tot 96 %. De diverse factoren worden bepaald in NEN 8088-1. Het

systeem valt in deze norm onder D4a, mechanische toe- en afvoer met tijdsturing en zonder zones.

Voor het warmtewiel geldt een forfaitair rendement van 0,70 (NEN 8088-1). In de praktijk is 0,85 haalbaar.

Ventilatoren

De energie voor ventilatoren wordt bepaald in NEN 8088-1. Door de grote invloed van het vermogen op de energieprestatie is het raadzaam hier het werkelijke ventilatorvermogen te laten bepalen. In dit geval ca. 9 kW voor de toevoerventilator en 6 voor de afvoerventilator. Deze ventilatoren zijn beperkt regelbaar met een smoorregeling.

Koeling

Het grondwater uit de aquifer wordt in de zomer gebruikt om het gebouw af te koelen. Daardoor wordt tevens de bodem thermisch geregenereerd. Het afgifterendement is volgens 17.2.3 gelijk aan 1,0.

De installatie bevindt zich voor een deel binnen het gebouw en voor een deel buiten het gebouw, maar nog wel op eigen perceel. Hierdoor dient het distributierendement alleen te worden bepaald volgens 14.3.3.2, analoog aan verwarming.

Het opwekkingsrendement voor koeling kan bepaald worden met tabel 17.6. Voor utiliteitsbouw met koudeopslag en zonder inzet van een koelmachine geldt dan een rendement van 12.

Volgens tabel L 17.3 dient voor de koelwaterpompen 2 W/m^2 en voor elektronica 10 W in rekening te worden gebracht.

Verlichting

De basisverlichting van 300 lux in de kantoren vraagt, inclusief 200 lux in verkeersruimten, een gemiddeld geïnstalleerd vermogen van 6 W/m^2 . In de vergaderruimten is voor de basisverlichting van 500lux 10 W/m^2 nodig. In de kantoren wordt een vertrekregeling toegepast met mogelijkheid de raamzone apart uit te schakelen en in de vergaderruimten wordt afwezigheidsdetectie toegepast.

De hiervoor geldende factoren worden bepaald met behulp van 16.4.2

(afwezigheidsdetectie) en tabel 16.4. Om het uitschakelen van de verlichting in de raamzone van de kantoren te kunnen waarderen is het nog wel noodzakelijk dat de daglichtsector wordt uitgerekend. Dit kan aan de hand van 16.5.4. Omdat de pui doorloopt over de gehele lengte van het gebouw, is de gevallengte van de daglichtsector gelijk aan de werkelijke gevallengte. Voor de breedte van de daglichtsector van de kantoren geldt $h_d = 1,2 \text{ m}$, $a = 1$ en $LTA = 0,6$, zodat $h_d \times a \times LTA = 0,72$. Daarvoor mag een breedte van 2 m in rekening worden gebracht.

Bevochtiging

Er wordt geen bevochtiging toegepast. Het warmtewiel heeft vochtterugwinnende eigenschappen, waardoor de relatieve vochtigheid in de winter niet extreem laag wordt. Statische elektriciteit wordt voorkomen door goed geleidende vloerbedekking toe te passen.