



Rekenmodel OEI 3.0

Modelbeschrijving

mei 2011

in opdracht van **Agentschap NL**
contactpersoon : ir. Constan Custers
Postbus 17, 6130 AA Sittard
T (088) 602 2339

uitgevoerd door **W/E adviseurs**
ir. Harry Hoiting
Postbus 227, 3500 AE, Utrecht
T (030) 677 87 77
ir. Pieter Nuiten
Postbus 256, 5000 AG Tilburg
T (013) 583 5310

A	Inleiding	5
B	Rekenmodel Optimale Energie Infrastructuur (OEI)	6
B.1	Toepassingsgebied	6
B.2	Rekenmodel OEI vanaf 1997	6
B.3	Nieuw in OEI 3.0	6
B.3.1	Utiliteit	6
B.3.2	Actualisatie rekenmethodieken Energieprestatie	6
B.3.3	Actualisatie voorbeeldwoningen nieuwe en bestaande gebouwen	6
B.3.4	Actuele kostendata	7
B.3.5	Meer rapportagemogelijkheden	7
B.3.6	Overzichtelijker interface	7
B.3.7	Grotere doelgroep	7
C	Structuur en rekenmethodiek	8
C.1	Rekenmethodiek	8
C.1.1	Geografische niveaus	8
	C.1.1.1 Buiten de locatie	8
	C.1.1.2 Locatie	8
	C.1.1.3 Energiezone(s)	8
	C.1.1.4 Gebouw(en)	8
C.1.2	Energiestromen	9
	C.1.2.1 Energievoorziening gebouw	9
	C.1.2.2 Energiedistributie energiezone	10
	C.1.2.3 Warmteproductie energiezone	10
	C.1.2.4 Energietransport buiten de locatie	10
	C.1.2.5 Centrale warmteproductie	10
	C.1.2.6 Centrale elektriciteitsproductie	11
	C.1.2.7 Primair energiegebruik	11
C.1.3	Energieprestatie	11
	C.1.3.1 Energieprestatie gebouwen (EPN, EPA)	11
	C.1.3.2 Energieprestatie locatie (EPL)	11
C.1.4	Emissies	12
C.1.5	Financiële analyse	12
D	Invoer	13
D.1	Soorten invoer	13
D.1.1	Vrije invoer	13
D.1.2	Keuzemogelijkheden	13
D.2	Invoergegevens	13
D.2.1	Project	13
	D.2.1.1 Projectgegevens	13
	D.2.1.2 Energiezones	14
	D.2.1.3 Gebouwen	14
	D.2.1.4 Investeerders	14
	D.2.1.5 Varianten	14
D.2.2	Varianten	14
	D.2.2.1 Centrale elektriciteitsproductie	14
	D.2.2.2 Verrekening binnen de locatie geproduceerde elektriciteit	14
	D.2.2.3 Centrale warmteproductie	14
	D.2.2.4 Warmtevraag buiten de locatie op dezelfde transportleiding	15
	D.2.2.5 Inflatie	15
D.2.3	Energiezones	15
	D.2.3.1 Bouwperiode	15
	D.2.3.2 Inzet duurzame energie	15
	D.2.3.3 Warmteproductiemiddel op energiezone-niveau	15
	D.2.3.4 Gasnetwerk in de wijk	15
	D.2.3.5 Woningaantallen	15
	D.2.3.6 Investeerders	16

D.2.4	Woningen - nieuwbouw	16
D.2.5	Woningen - bestaande bouw	18
D.2.6	Utiliteitsgebouwen (nieuw en bestaand)	21
D.2.7	Investerings	24
	D.2.7.1 Exploitatierkening	24
	D.2.7.2 Lening en aflossing	24
D.2.8	Overschrijfbaar kentallen	24
E	Energiestromen en conversies	25
E.1	Energiegebruik gebouwniveau	25
E.1.1	Vraag naar warmte en elektriciteit door gebruikers gebouw	25
E.1.2	Warmte- en elektriciteitsproductie binnen het gebouw	25
	E.1.2.1 Toestellen verwarming en tapwater	25
	E.1.2.2 Elektriciteitsproductie door PV en warmtekracht	25
E.1.3	Energiedragers	25
E.1.4	Energievraag aan de meter van het gebouw	26
E.1.5	Aansluitwaarde gebouwen	27
E.1.6	Energiestromen door energieproductie	27
E.1.7	Emissies	28
E.1.8	Financiën	28
	E.1.8.1 Investerings	28
	E.1.8.2 Energierekening	28
E.2	Energiedistributie energiezone	29
E.2.1	Energiedragers	29
E.2.2	Energiestromen door energievraag	29
	E.2.2.1 Te leveren energie	29
	E.2.2.2 Distributieverliezen	29
	E.2.2.3 Energievraag distributieleidingen	30
E.2.3	Aansluitwaarde distributienet	30
E.2.4	Energiestromen door elektriciteitproductie gebouwen	31
	E.2.4.1 Elektriciteitproductie gebouwen	31
	E.2.4.2 Distributieverliezen elektriciteitsproductie gebouwen	31
	E.2.4.3 Export elektriciteit gebouwen	31
E.2.5	Financiën	32
	E.2.5.1 Investerings	32
	E.2.5.2 Herinvestering, prijsontwikkeling, subsidies, onderhoud en beheer, EIA	33
	E.2.5.3 Energierekening	33
E.3	Warmteproductie energiezone	34
E.3.1	Collectieve toestellen opwekking warmte	34
E.3.2	Energiedragers	35
E.3.3	Energiestromen warmteproductiemiddel energiezone	35
	E.3.3.1 Te leveren energie	35
	E.3.3.2 Energievraag warmteproductiemiddel	35
	E.3.3.3 Aansluitwaarde	36
	E.3.3.4 Restproductie elektriciteit en koude	36
E.3.4	Emissies	37
E.3.5	Financiën	37
	E.3.5.1 Investerings	37
	E.3.5.2 Herinvestering, prijsontwikkeling, subsidies, onderhoud en beheer, EIA	39
	E.3.5.3 Energierekening	39
E.4	Energiegebruik rand energiezone	40
E.4.1	Energievraag rand energiezone	40
	E.4.1.1 Gas	40
	E.4.1.2 Elektriciteit	40
	E.4.1.3 Warmte	40
	E.4.1.4 Biomassa	40
E.4.2	Geproduceerde elektriciteit/koude aan rand energiezone	40
E.5	Energietransport buiten plangebied	40
E.5.1	Energiedragers	40
E.5.2	Energiestromen door energievraag energiezones	40
	E.5.2.1 Te leveren energie	40

E.5.2.2	Transportverliezen	40
E.5.2.3	Energievraag transportleidingen	42
E.5.3	Energiestromen door export elektriciteit	42
E.5.3.1	Elektriciteitproductie energiezone	42
E.5.3.2	Distributieverliezen elektriciteitsproductie gebouwen	42
E.5.3.3	Export elektriciteit energiezone	42
E.5.4	Financiën	43
E.6	Warmteproductie buiten het plangebied	43
E.6.1	Warmteproductiemiddelen	43
E.6.2	Energiedragers	43
E.6.3	Energiestromen	44
E.6.3.1	Te leveren energie	44
E.6.3.2	Energievraag warmteproductiemiddel	44
E.6.3.3	Restproductie elektriciteit	44
E.6.4	Emissies	45
E.6.5	Financiën	45
E.7	Elektriciteitsproductie buiten het plangebied	45
E.7.1	Elektriciteitsproductiemiddelen	45
E.7.2	Energiedragers	45
E.7.3	Energiestromen door elektriciteitsvraag	46
E.7.3.1	Te leveren elektriciteit	46
E.7.3.2	Energiegebruik elektriciteitsproductie	46
E.7.4	Vermeden energiegebruik elektriciteitsproductie	46
E.7.4.1	De al geproduceerde elektriciteit	46
E.7.4.2	Vermeden energiegebruik elektriciteitsproductie	46
E.7.5	Emissies	47
E.7.6	Vermeden emissies	47
E.7.7	Financiën	47
E.8	Primair energiegebruik	47
F	Energieprestatie Gebouwen (EPG)	48
F.1	Energieprestatie nieuwe woningen en woongebouwen	48
F.1.1	Energieprestatiecoëfficiënt EPC	48
F.2	Energieprestatie bestaande woningen en energielabel	48
F.3	Energieprestatie utiliteitsgebouwen	48
G	Energieprestatie op locatie (EPL)	49
G.1	Referentieverbruik	49
G.2	Berekend verbruik locatie	50
G.2.1	Lokale elektriciteitsproductie	50
G.2.1.1	Woning	50
G.2.1.2	Energiezone	50
G.3	Referenties	51
G.3.1	Nieuwe woongebouwen	51
G.3.2	Bestaande woongebouwen	51
G.3.3	Utiliteit	51
H	Financiële analyse	52
H.1	Financiële parameters	52
H.1.1	Investerings	52
H.1.1.1	Investeringsbedrag	52
H.1.1.2	Prijsontwikkeling investering	53
H.1.1.3	Herinvesteringsinterval	53
H.1.1.4	Investing in het eerste bouwjaar of gespreid over de bouwperiode	53
H.1.1.5	Investeringssubsidie	53
H.1.1.6	Exploitatielasten	53
H.1.2	Leningen	53
H.1.3	Energie rekening	53
H.1.4	Samenbrengen financiële parameters	53
H.2	Financiële analyse	54

H.2.1	Investerings	54
	H.2.1.1 Initiële investeringen	54
	H.2.1.2 Herinvesteringen	54
	H.2.1.3 Netto investeringen	55
H.2.2	Lening en aflossing	55
H.2.3	Inkoop en verkoop van energie	56
	H.2.3.1 Geografische niveaus	57
	H.2.3.2 Variabel deel energiekosten	57
	H.2.3.3 Vastrecht energie	58
	H.2.3.4 Aansluitbijdrage energie	58
	H.2.3.5 Resultaat inkoop en verkoop van energie	59
H.2.4	Exploitatie energievoorziening	59
	H.2.4.1 Bedrijfskosten	59
	H.2.4.2 Rente	61
	H.2.4.3 Afschrijvingen	61
	H.2.4.4 Resultaten	62
	H.2.4.5 Boekwaarde investeringen	62
H.2.5	Cash flow	63
	H.2.5.1 Cash flow	63
	H.2.5.2 Terugverdientijd	63
	H.2.5.3 Netto contante waarde	63
I	Bronnen	64
J	Bijlage: Bouwkundige kosten	66
J.1	Nieuwbouw	66
J.1.1	Kosten scheidingsconstructies	66
J.1.2	Kosten lineaire thermische bruggen	68
J.2	Bestaande bouw	68
J.2.1	Kosten scheidingsconstructies	68
K	Bijlage: Woordenlijst	71
L	Bijlage Stroomschema	76

A Inleiding

Eén van de belangrijkste pijlers binnen het duurzaam bouwen is het streven naar energiezuinige gebouwen. Dit kwaliteitsaspect ligt bij gebouwen voor een belangrijk deel al vast op het moment dat de architect zijn eerste ruwe ideeën in ontwerpschetsen vertaalt. De keuze voor infrastructuur op een hoger schaalniveau bepaalt de speelruimte voor energiebesparende maatregelen in wijken en gebouwen. Een optimale benutting van de mogelijkheden voor energiebesparing in nieuwe of bestaande bouwlocaties is alleen mogelijk als de gehele energievoorziening en –infrastructuur wordt mee beschouwd.

Met het Rekenmodel OEI kan in een vroeg planstadium een goede indicatie gegeven worden van het energiegebruik, de CO₂-emissie en de financiële consequenties van energiemaatregelen in de gebouwde omgeving. Op basis daarvan zijn kansrijke opties te selecteren die in een gedetailleerde haalbaarheidsstudie kunnen worden uitgewerkt.

Met het rekenmodel OEI 3.0 zijn lokale beslissers in staat goede afwegingen over de optimale energievoorziening te maken. Agentschap NL beheert en ontwikkelt het Rekenmodel OEI sinds 1999.

Dit rekenmodel OEI 3.0 sluit goed aan op een ander instrument van Agentschap NL het 'Gemeentelijk afwegingskader energievoorziening locaties'.

Het afwegingskader is bedoeld als verkenning van de mogelijkheden van de energievoorziening in de vroege planontwikkelingsfase van stedenbouwkundig ontwerp. Het gaat dan zowel om ontwikkelingen in een groene weide situatie als om inbreidingslocaties en stedelijke herstructurering. Zowel woningbouw als utiliteitsbouw (kantoren, zorg niet klinisch onderwijs, sport en bijeenkomst) wordt meegenomen in de afweging. Als de meest voor de hand liggende mogelijkheden zijn geselecteerd is het zinvol c.q. noodzakelijk die verder in een energievisie of haalbaarheidsstudie uit te werken. Bij de uitwerking van de energievisie of de haalbaarheidsstudie kan het rekenmodel OEI 3.0 ingezet worden. Het kan in bepaalde situaties noodzakelijk zijn om voor specifieke installaties/varianten nog een gedetailleerdere technische- of economische haalbaarheidsstudie uit te voeren.

Met de twee genoemde instrumenten kan men in een kort tijdsbestek de beste energievarianten voor een locatie met nieuwe en/of bestaande woningbouw en/of utiliteit selecteren.

Rekenmodel OEI 3.0

Het rekenmodel is bij Agentschap NL. Naast de applicatie zijn er twee documenten ter ondersteuning van de gebruiker:

- De 'Handleiding Rekenmodel OEI 3.0' is een gebruikershandleiding voor gebruik van het model zelf. Hierin is te vinden hoe het model is opgebouwd, welke invoerschermen er zijn en op welke manier resultaten bekeken en geprint kunnen worden.
- In de voorliggende 'Modelbeschrijving Rekenmodel OEI 3.0' is te vinden hoe de rekenstructuur van Rekenmodel OEI 3.0 in elkaar zit.

Leeswijzer

De modelbeschrijving bevat een inleiding op het begrip optimale energie infrastructuur met bijbehorend rekenmodel (B), geeft een beschrijving van de manier waarop het rekenmodel OEI gestructureerd is (C), beschrijft de manier (formules, standaardgegevens) waarop de energieprestatienormering voor nieuwbouw en bestaande bouw in het model is opgenomen, beschrijft de rekenmethode voor energieprestatie op locatie (G), geeft aan hoe energiestromen en emissies worden berekend en welke financiële parameters van energievoorzieningen en energiestromen van belang zijn (E), hoe de financiële analyse is opgebouwd (A) op welke manier de kosten voor energiebesparende maatregelen worden berekend (J), welke bronnen zijn gebruikt om dit model samen te stellen (I), geeft de lijst met de belangrijkste termen die in de beschrijving gebruikt worden (J).

B Rekenmodel Optimale Energie Infrastructuur (OEI)

Het ontwikkelen van een energievoorziening in samenhang met ruimtelijke ordening, stedenbouw en bouwplan vraagt veel van de betrokken partijen. Het gaat daarbij om veelomvattende kennis van de relevante kennisgebieden en om de bereidheid om met andere betrokkenen in een vroeg stadium de ambities te formuleren en vervolgens te realiseren.

Het Rekenmodel OEI is een hulpmiddel om deze partijen te ondersteunen bij het maken van een eerste schifting in mogelijkheden en onmogelijkheden in de energie infrastructuur. Het model berekent energiegebruiken, emissies en de belangrijkste geldstromen op basis van de ingevoerde locatie en de gekozen gebouwen, energieprestatie en installatieconcepten.

B.1 Toepassingsgebied

Het rekenmodel OEI is bedoeld voor gebruik in een vroeg planstadium van het besluitvormingsproces naar grootschalige bouwlocaties. In dit stadium zijn vaak nog maar weinig gedetailleerde en locatiespecifieke gegevens bekend, maar moeten wel relevante keuzen worden gemaakt ten aanzien van de energie-infrastructuur. Het model optimaliseert niet, maar biedt de mogelijkheid om varianten overzichtelijk naast elkaar te presenteren en met elkaar te kunnen vergelijken.

De uitkomsten zijn indicatief. Met het rekenmodel OEI kunnen kansrijke opties geselecteerd worden, die in de fase daarna op hun haalbaarheid onderzocht moeten worden.

B.2 Rekenmodel OEI vanaf 1997

Novem (vervolgens opgegaan in SenterNovem en nu Agentschap NL) onderzocht in 1997 de overeenkomsten en verschillen tussen de modellen die de praktijk gebruikte ter ondersteuning van keuzes voor de energie-infrastructuur. Daaruit bleek dat het niet alleen de parameters van de locatie, maar ook de gebruikte rekenmethodiek bepalend waren voor de resultaten. De benodigde invoerparameters en rekenmethoden van de verschillende modellen bleken onderling nauwelijks vergelijkbaar. Vanwege de bij Novem, nu Agentschap NL, gewenste uniformiteit (subsidiëring en eenduidige kennisoverdracht) is Novem in samenwerking met CE, Gastec, Kema, Stroomlijn en W/E begonnen aan de ontwikkeling van het rekenmodel OEI 1.0.

Rekenmodel OEI 1.0 (1998) was geschikt voor nieuwbouwwoningen en had een beperkte keuze aan installatieconcepten. Deze eerste versie bleef beperkt om de aanpak in de praktijk te testen. In 1999 volgde OEI 1.1 waarin de toen net gewijzigde energieprestatienorm was opgenomen.

De beperkte opzet van Rekenmodel 1.0/1.1 bleek in de praktijk inderdaad te beperkt. Rekenmodel OEI 1.1 is vooral door adviseurs gebruikt. Zij hadden vooral behoefte aan meer installatieconcepten. Daarnaast kwam er grotere aandacht voor energiebesparing in de bestaande woningbouw.

In Rekenmodel OEI 2.1 (2003) werd het aantal installatieconcepten uitgebreid, bestaande woningbouw toegevoegd en werd de financiële analyse uitgebreid.

B.3 Nieuw in OEI 3.0

In Rekenmodel OEI 3.0 zijn vele wijzigingen doorgevoerd ten opzichte van OEI 2.1. Hieronder worden de belangrijkste wijzigingen benoemd.

B.3.1 Utiliteit

Op gebouwniveau is utiliteit aan de woningen toegevoegd. Het gaat om alle gebruiksfuncties, zoals die in het Bouwbesluit zijn gedefinieerd.

B.3.2 Actualisatie rekenmethodieken Energieprestatie

In Rekenmodel OEI 3.0 zijn de meest recente wijzigingen van EPN (NEN 5128:2004/A1:2008, inclusief wijzigingsbladen [1], [2], [3] en NEN 2916:2004/A1:2008, [4], [5], [6]) en de rekenmethoden voor berekening van de energie-index (EI) voor woningen en utiliteit opgenomen (ISSO 82.3 voor woningen [22] en ISSO 75.3 voor utiliteit [21]).

B.3.3 Actualisatie voorbeeldwoningen nieuwe en bestaande gebouwen

Om goed met de rekenmethodieken voor bestaande bouw te kunnen rekenen en resultaten te kunnen vergelijken met resultaten uit het energieprestatieadvies of de energieprestatie op locatie

zijn voorbeeld- en referentiewoningen en utiliteitsgebouwen voor nieuwbouw en bestaande bouw in Rekenmodel OEI 3.0 opgenomen (zie [23], [24], [25]).

B.3.4 **Actuele kostendata**

Alle kostendata zijn geactualiseerd naar 2010.

B.3.5 **Meer rapportagemogelijkheden**

- Printen van meerdere, door de gebruiker te kiezen, tabellen en/of grafieken;
- Presentatie van de belangrijkste resultaten, inclusief voorpagina's met naam van de gebruiker en gegevens van de locatie.
- Printopdrachten als pdf en naar de printer.

B.3.6 **Overzichtelijker interface**

- Directe toegang tot invoer en resultaten van de verschillende schaalniveaus (gebouw, energiezone, hele plangebied).
- Duidelijker markering van de verschillende parametersoorten (energie, emissies, EPL, investeringen en financiële analyse).

B.3.7 **Grotere doelgroep**

Door overzichtelijker applicatie en meerdere rapportagemogelijkheden is de applicatie geschikt voor een grotere doelgroep. Naast adviseurs op het gebied van (duurzame) energie is Rekenmodel OEI 3.0 hét instrument voor corporaties en gemeenten voor de eerste inventarisaties van mogelijkheden en consequenties van energiemaatregelen op gebouwniveau en een hoger schaalniveau.

C Structuur en rekenmethodiek

In dit hoofdstuk wordt een kort overzicht gegeven van de rekenmethodiek en de gebruiksmogelijkheden van het Rekenmodel OEI 3.0. De rekenmethodiek wordt hieronder kort en in principe beschreven (C.1). De inhoud hiervan komt in de daaropvolgende delen in detail terug. Na de rekenmethodiek wordt de invoer beschreven (A). Niet alleen het type invoer is gegeven, maar ook de manier van invoeren in het model. In de 'Handleiding OEI-3.0' wordt dit ook beschreven en geïllustreerd met schermafdrukken.

C.1 Rekenmethodiek

Rekenmodel OEI berekent het primaire energiegebruik op basis van de energievraag op gebouwniveau en alle tussenliggende energieconversies en -verliezen van de energie-infrastructuur. Naast energiestromen door de energievraag van gebouwen, worden ook de energiestromen door elektriciteitsverbruik voor straatverlichting en grondbemaling en de elektriciteitsproductie binnen het gedefinieerde plangebied meegenomen.

Op basis van deze energiestromen worden de emissies berekend die bij energieconversie vrij komen en worden de energiegerelateerde investeringen en de energiekosten meegenomen. De financiële analyse wordt gemaakt voor vijf verschillende niveaus van investeringen (gebouw (1), distributie van gas (2), elektriciteit (3) en warmte (4), en collectieve warmteproductiemiddelen (warmtepomp, warmtekracht) binnen de locatie (5).

C.1.1 Geografische niveaus

Om de energievraag(-productie), -distributie en -conversie te structureren zijn binnen de locatie drie geografische niveaus onderscheiden (gebouw, energiezone en locatie (alle energiezones samen)) en is er een geografisch niveau buiten de locatie (centrale elektriciteits- en warmteproductie bijvoorbeeld). De geografische niveaus sluiten aan bij de niveaus waarop in de praktijk de belangrijkste beslissingen worden genomen. Deze bieden de gebruiker een hanteerbare en inzichtelijke structuur. Naarmate het geografische niveau grootschaliger is, worden beslissingen in het planproces eerder genomen. Deze vroege beslissingen hebben grote gevolgen voor de keuzemogelijkheden later in het planproces.

Bij de berekeningen worden de parameters volgens de lijn van grootschalig naar kleinschalig ingevoerd. Keuzes op een hoog schaalniveau bepalen daarmee de mogelijke keuzes op een lager schaalniveau. De keuze voor alleen warmte en elektriciteit als energiedragers bijvoorbeeld, sluit de mogelijkheid voor toepassing van een gasketel op gebouwniveau uit.

De geografische niveaus worden hieronder van hoog naar laag schaalniveau kort gekenschetst.

C.1.1.1 Buiten de locatie

Het hoogste schaalniveau is het niveau "buiten de locatie". Op dit niveau worden productiemiddelen en transportmiddelen gedefinieerd waarop de beslisser op locatieniveau geen directe invloed kan uitoefenen. Het gaat hierbij vooral over de manier waarop elektriciteit en eventueel warmte van buiten de locatie worden geproduceerd. Kostenkengetallen (op dit niveau bijvoorbeeld de productiekosten van een elektriciteitscentrale) blijven op dit niveau buiten beschouwing.

C.1.1.2 Locatie

De locatie is het geheel van gebouwen, distributienetten en productiemiddelen waarvoor de berekening met OEI wordt gemaakt. Een locatie bestaat uit één of meer energiezones. Op locatieniveau worden de resultaten van de energiezones gesommeerd.

C.1.1.3 Energiezone(s)

Een energiezone is een geheel van gebouwen, distributieleidingen en warmteproductiemiddelen die binnen eenzelfde periode gebouwd wordt en waarvan de energiedragers en niet gebouwgebonden warmteproductiemiddelen aan elkaar gelijk zijn. Daarnaast kunnen er ook andere redenen zijn om meer energiezones te definiëren, door bijvoorbeeld duidelijk fysieke grenzen als spoorwegen of waterwegen. Vooral bij ontwikkeling van grote locaties zal de splitsing in verschillende energiezones plaatsvinden.

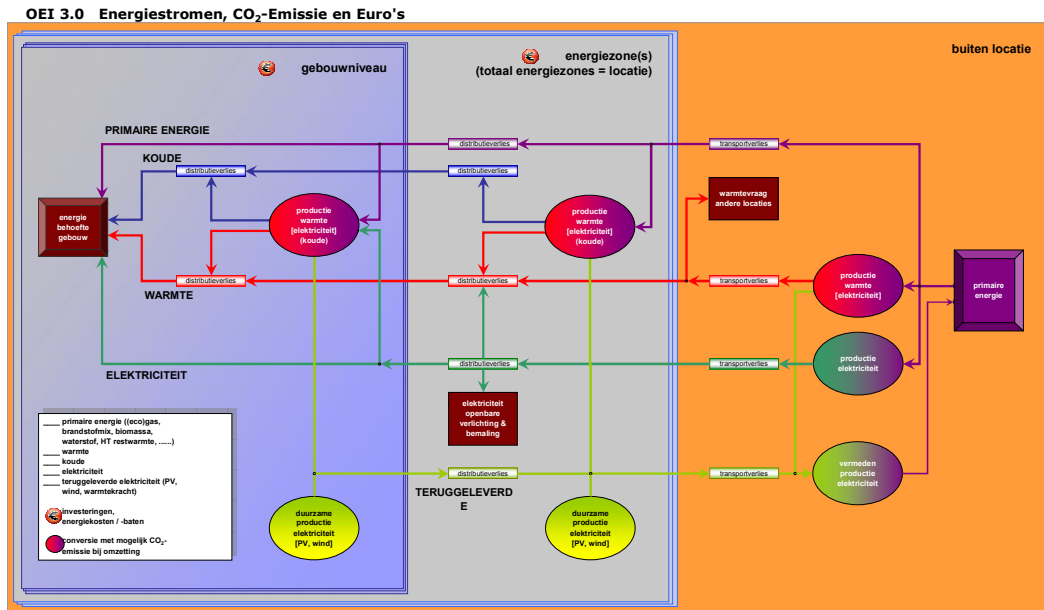
C.1.1.4 Gebouw(en)

Het laagste schaalniveau is het gebouwniveau. Een gebouw is een woning, woongebouw of een utiliteitsgebouw. Het utiliteitsgebouw kan één van de gebruiksfuncties hebben die in het Bouwbesluit zijn aangegeven.

C.1.2 Energiestromen

Basis voor alle berekeningen in OEI is de berekening van energiestromen als gevolg van energievraag of elektriciteitsproductie van het gebouw. De hele energiestroom van gebouw tot aan het primaire energiegebruik komt daarbij in beeld, inclusief distributieverliezen en energieconversies. Alle gevolgen voor emissies en financiële resultaten worden hiervan afgeleid. De kern van de rekenmethodiek in OEI is in onderstaande figuur geïllustreerd. De pijlen in de figuur staan voor de richting van de energiestromen, waarbij een pijl kan bestaan uit meerdere energiedragers.

Omdat in de praktijk het bouwproces verloopt van een hoog schaalniveau (buiten locatie) naar een laag schaalniveau (gebouw) verloopt de invoer in het rekenmodel OEI ook van hoog naar laag. Het uiteindelijke energiegebruik wordt in eerste instantie bepaald door de energievraag bij de gebouwen en is verder afhankelijk van verliezen als gevolg van distributie en conversie van energie. De berekening verloopt diensgevolge van het lage schaalniveau (energievoorziening gebouw) naar het hoge schaalniveau (primaire energiegebruik). Het schema is als bijlage opgenomen (groter plaatje).



energiestromen, emissies en kosten OEI 3.0

De energiestromen als gevolg van energievraag in het gebouw zijn aangegeven met dikke pijlen. De pijl is een schematische weergave van de richting van de energiestroom en kan meerdere energiedragers bevatten. De energiestromen als gevolg van secundaire elektriciteitsproductie (uit pv-cellen, windmolens of als restproduct bij opwekking van warmte) zijn weergegeven met gestippelde pijlen. Op plaatsen met wolkjes kunnen emissies ontstaan. De bolletjes met € geven aan waar energiestromen worden verrekend. De dubbelomkaderde investeringen worden in het model meegenomen in de financiële analyse.

C.1.2.1 Energievoorziening gebouw

De energievoorzieningen van een gebouw zijn in OEI bepalend voor de energievraag, de elektriciteitsproductie, de emissies en de kosten op gebouwniveau. De energievoorzieningen zijn bouwkundig (isolatie, luchtdoorlatendheid), installatietechnisch (warmte-opwekking, zonneboiler, pv-cellen, hotfill-apparatuur) of hebben te maken met de oriëntatie (passief gebruik van zonne-energie). De mogelijke inzet van energievoorzieningen is deels afhankelijk van de keuzes die op een hoger schaalniveau gemaakt zijn.

De gebouwen hebben voor elke energiedrager een aansluiting op het energiedistributienetwerk in de energiezone. In OEI kan het gebouw worden voorzien van de energiedragers gas, elektriciteit en/of warmte.

De rekenmethodiek voor energieprestatienormering bepaalt grotendeels het effect van energievoorzieningen op de energiestromen. Alleen elektriciteitsverbruik van apparaten die niet in de energieprestatie zijn opgenomen en inzet van hotfill-apparatuur worden apart berekend.

Elektriciteit die door pv-cellen op het gebouw of micro-warmtekracht binnen het gebouw wordt geproduceerd wordt volledig (zonder gebruik op gebouwniveau) aan het elektriciteitsdistributienet geleverd en naar buiten de energiezone/locatie geëxporteerd.

Emissies worden alleen berekend als op gebouwniveau energieconversie plaatsvindt. Dit komt alleen voor als de warmte wordt geproduceerd met gastoestellen in de woning.

De kosten op woningniveau worden bepaald door investeringen in de gebouwschil (meerkosten ten opzichte van een referentieniveau), conversie-apparatuur en pv-cellen en door de energielasten (verbruik, vastrecht, aansluitbijdrage).

De berekeningen staan beschreven in paragraaf E.1.

C.1.2.2 **Energiedistributie energiezone**

De energiedragers die nodig zijn in de gebouwen worden aangeleverd door het distributienetwerk van de energiezone. In OEI worden distributienetwerken onderscheiden voor gas, elektriciteit en warmte.

Voor het berekenen van warmteverliezen is een aparte distributiemodule in het model opgenomen. Het warmteverlies is daarin vooral afhankelijk van de bebouwingsdichtheid en van de temperatuur van de te distribueren warmte.

De elektriciteit die op woningniveau wordt geproduceerd, wordt geëxporteerd naar buiten de energiezone en dus niet in mindering gebracht op het elektriciteitsverbruik van de zone. Zowel de ingaande als de uitgaande elektriciteitsstromen worden op alle relevante punten in beeld gebracht.

Voor de EPC- en EI-berekeningen wordt elektriciteit die op gebouwniveau wordt geproduceerd wél verrekend met het elektriciteitsgebruik.

Door distributieverliezen is de te exporteren hoeveelheid elektriciteit lager dan de hoeveelheid elektriciteit die op de woning geproduceerd is. Deze elektriciteit wordt op de rand van energiezone vermeerderd met de elektriciteit die op de energiezone wordt geproduceerd (windmolens, pv-cellen, eventueel bijproduct bij warmteproductie op energiezonenniveau).

De kosten en baten zijn afkomstig van investeringen in de energiedistributie en van de inkoop en verkoop van energie.

De berekeningen staan beschreven in E.2.

C.1.2.3 **Warmteproductie energiezone**

In het model kan gekozen worden voor een warmteproductiemiddel op de energiezone. Dit kan een warmtekracht-eenheid zijn, een warmtepomp, een gasketel of een combinatie hiervan. Er zijn verschillende energiedragers die als brandstof voor deze warmteproductiemiddelen kunnen dienen. In OEI zijn gas (meer soorten te definiëren), elektriciteit en biomassa/afval (gegevens aanpasbaar) te kiezen.

De temperatuur van de geproduceerde warmte kan een hoge (90°C) en een lage (55°C) temperatuur hebben. Bij keuze van een hoge temperatuur wordt er vanuit gegaan dat warmwaterproductie op woningniveau niet meer nodig is. Bij levering van warmte met een lage temperatuur moet op woningniveau nog een toestel voor productie van warmtapwater gekozen worden.

Bij deze toestellen ontstaan emissies als is gekozen voor een warmteproductiemiddel op gas of biomassa/afval.

Als bijproduct kan bij sommige installaties elektriciteit of koude worden geproduceerd. Elektriciteit wordt geëxporteerd uit de energiezone en koude wordt verkocht aan utiliteit met koudevraag (indien gedefinieerd). In het model leveren beide bijproducten mogelijk een positieve financiële bijdrage waarmee het warmteproductiemiddel beter financieel haalbaar wordt. Hoe hoog die bijdrage is hangt af van de terugleververgoeding voor elektriciteit en de koudevraag met bijbehorende tarieven.

De kosten en baten zijn afkomstig van investeringen in het warmteproductiemiddel en van de inkoop en verkoop van energie (zie hoofdstuk A).

De berekeningen staan beschreven in E.3.

C.1.2.4 **Energietransport buiten de locatie**

Voor het transport van energie naar de energiezones/locatie worden transportverliezen gerekend. Voor alle energiedragers behalve warmte wordt gerekend met een in het model opgegeven transportrendement.

Voor warmte wordt gerekend met een warmteverlies per kilometer transportleiding. Als er andere locaties met woningen of utiliteit op dezelfde transportleiding zijn aangesloten, worden de totale verliezen van de transportleiding naar rato van warmtevraag verdeeld.

Kosten en baten buiten de locatie vallen ook buiten het bereik van OEI. Voor transportleidingen buiten de energiezones worden daarom in OEI ook geen kosten verrekend.

De berekeningen staan beschreven in E.4.

C.1.2.5 **Centrale warmteproductie**

Als gekozen wordt voor warmtelevering aan de energiezone wordt gerekend met een warmteproductiemiddel buiten de energiezones. De verrekeningsmethodiek is vergelijkbaar met de methodiek bij 'warmteproductiemiddel energiezone'. Als aanvulling op de te kiezen productiemiddelen zijn ook een afvalverbrandingsinstallatie (AVI) en 'restwarmte' (met 'nul'

primair energiegebruik en emissies) te kiezen. Bij deze keuze is het mogelijk om per energiezone aan te geven of gebruik wordt gemaakt van de aangeleverde warmte of dat warmte wordt opgewekt binnen de energiezone.

De kosten van het warmteproductiemiddel worden in OEI niet direct verrekend. In het model wordt er van uitgegaan dat de kosten zijn verrekend in de warmteprijs.

De elektriciteit die bij toepassing van warmtekracht wordt geproduceerd, wordt opgeteld bij de elektriciteit die uit de energiezone(s) wordt geëxporteerd.

De berekeningen staan beschreven in E.6.

C.1.2.6 **Centrale elektriciteitsproductie**

Het elektriciteitsproductiemiddel buiten de energiezones bepaalt hoe het elektriciteitsverbruik van de locatie wordt opgewekt. Er kan gerekend worden met een STEG (stoom en gasturbine met een hoog rendement) of met het landelijke gemiddelde elektriciteitspark (samengesteld gemiddelde van STEG, kolencentrales, oliecentrales, nucleaire centrales, import, et cetera) van 2010 of 2010 (conform Uniforme Maatlat [27]). Resultaat is het primaire energiegebruik en de emissie als gevolg van het elektriciteitsverbruik op de locatie. Hoe hoog de emissie is en wat de primaire energiedrager is, is afhankelijk van het gekozen productiemiddel. De kosten voor elektriciteitsproductie blijven in het model buiten beschouwing. Deze komen tot uiting in het elektriciteitstarief.

Om de secundaire elektriciteitsproductie (van een warmteproductiemiddel buiten de locatie) en de geëxporteerde elektriciteit van de locatie (pv, windmolen of een warmteproductiemiddel op de energiezone) te verrekennen, wordt berekend hoeveel primaire energie nodig geweest zou zijn om de hoeveelheid geëxporteerde elektriciteit die na distributie- en transportverliezen nog over is te produceren. Deze post wordt gescheiden berekend van de benodigde primaire energie voor elektriciteitsproductie ten behoeve van de locatie.

De berekeningen staan beschreven in E.7.

C.1.2.7 **Primair energiegebruik**

Alle benodigde energiestromen als gevolg van het energiegebruik van de locatie worden per primaire energiedrager gesommeerd. De vermeden primaire energiestromen als gevolg van elektriciteitsproductie binnen de locatie worden apart beschouwd.

De berekeningen staan beschreven in E.8.

C.1.3 **Energieprestatie**

C.1.3.1 **Energieprestatie gebouwen (EPN, EPA)**

De energieprestatie (EPC, EI) en de energievraag aan de energiemeter van gebouwen (gas, elektriciteit, warmte) worden berekend met de energieprestatienorm voor woningen [1] en de rekenmethoden voor bepaling van de energie-index (EI) voor woningen en utiliteitsgebouwen [21].

De energieprestatie en de energievraag aan de energiemeter van het gebouw worden berekend op basis van gebouwafmetingen en bouwkundige en installatietechnische maatregelen. Op gebouwniveau worden de volgende parameters vastgelegd:

- de gebruiksfunctie (woning, kantoor, onderwijs, et cetera);
- het gebouwtype (bij woningen bijvoorbeeld vrijstaand, rijwoning, galerijwoning);
- aantallen gebouwen;
- grootte van gebouwen (gebruiksoppervlak),
- energetische kwaliteit van de gebouwschil (isolatie, zontoetreding, beschaduwing);
- installatietechnische maatregelen (toestellen ruimteverwarming, warmtapwater, ventilatiesysteem, pv, zonneboiler, et cetera).

In Rekenmodel OEI wordt voor elke energiezone en voor de locatie de EPL berekend [10].

De belangrijkste wijzigingen uit de meest recente norm (NEN 5128:2004/A1:2008) zijn in het model opgenomen en betreffen berekening van transmissieverliezen door lineaire thermische bruggen, een gewijzigde berekening van het transmissieverlies door begane grondvloeren en de correctiefactor C_{EPC} voor de energieprestatiecoëfficiënt.

C.1.3.2 **Energieprestatie locatie (EPL)**

De energieprestatie op locatie wordt voor elke energiezone en voor het totaal van de energiezones (de locatie) berekend. De methodiek voor de EPL is voor nieuwbouw en bestaande bouw in principe aan elkaar gelijk (in tegenstelling tot de energieprestatie van nieuwe en bestaande gebouwen). In OEI 3.0 wordt daarom geen onderscheid gemaakt tussen de EPL-

berekening voor nieuwbouw en bestaande bouw. De rekenmethodiek is opgenomen in hoofdstuk G.

C.1.4 **Emissies**

Emissies vinden plaats als gevolg van de conversie van energiedragers, en worden getoond op het geografische niveau waarop de conversie plaatsvindt. Bijvoorbeeld, emissies ten gevolge van elektriciteitsgebruik in een woning worden getoond bij de centrale elektriciteitsproductie waar primaire brandstoffen (aardgas bij een STEG, 'landelijke mix' als wordt gekozen voor 'landelijk net') worden omgezet in elektriciteit. De energiedrager 'elektriciteit' heeft daarom een CO₂-inhoud van 0. Het verbranden van aardgas in een gebouwgebonden cv-ketel leidt dan juist weer tot emissies op gebouwniveau. Het rekenmodel geeft CO₂-, NO_x en SO_x-emissies. Emissies voor CO₂ en SO_x zijn afhankelijk van de energiedrager, de emissies voor NO_x zijn ook afhankelijk van het toestel waarin de energiedrager wordt omgezet. Met name van de duurzame brandstoffen (ecogas, waterstof, biomassa) zijn de emissies aan verandering onderhevig. Er is een zo goed mogelijke inschatting gemaakt van deze emissies. De gebruiker dient deze echter wel te toetsen voor de lokale en actuele omstandigheden.

Emissies zijn zoveel mogelijk ontleend aan het protocol monitoring hernieuwbare energie 2010 [26].

C.1.5 **Financiële analyse**

Bij de financiële analyse worden alle kosten en baten die aan een investeerder zijn toegeschreven bij elkaar genomen. De gevolgen van kosten en baten per investeerder worden in een jaarlijks overzicht gedurende de beschouwingsperiode weergegeven. Achtereenvolgens worden investeringen (inclusief subsidie, BTW, inflatie, prijsstijgingen of -dalingen), leningen (alle investeringen worden geleend en lineair afgeschreven), afschrijvingen, energie-inkoop en -verkoop, exploitatie (inclusief EIA), cash flow en netto contante waarde berekend.

De berekeningen staan beschreven in H.2.

D Invoer

D.1 Soorten invoer

Er zijn in OEI 3.0 drie manieren om gegevens in te voeren.

D.1.1 Vrije invoer

Door vrije invoer in de vorm van namen en getallen kunnen specifieke locatiegegevens worden ingevoerd. Voorbeelden zijn de naam van de locatie, naam en grootte van de energiezones, namen van investeerders, het inflatiepercentage, enzovoort. Van alle vrije invoer is een defaultwaarde in het model opgenomen. Als het gaat om in te voeren getallen, zijn ook minimale en maximale waarden opgegeven.

D.1.2 Keuzemogelijkheden

De keuzelijsten bieden keuzemogelijkheden uit gekoppelde databases met bijvoorbeeld woningtypen, energiedragers of installaties. De keuzemogelijkheden liggen daardoor vast en zijn deels afhankelijk van de keuzes die op een hoger schaalniveau zijn gemaakt.

Kentallen

Om met beperkte invoer berekeningen met OEI te kunnen maken, is in het model een groot aantal kentallen opgenomen. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om installatiekenmerken (rendement, kosten, emissie), gebouwkenmerken (gebruiksoppervlak, dakoppervlak, et cetera) en defaultwaarden uit EPN en EPA.

Overschrijfbaar kentallen

Een deel van de kentallen in het model is overschrijfbaar. Hierdoor is het mogelijk om defaultwaarden aan te passen en deze beter te laten aansluiten bij de gegevens van de door te rekenen locatie. Overschrijfbaar kentallen zijn ook weer in te delen in "vrije invoer" en "keuzemogelijkheden".

Niet-overschrijfbaar kentallen

Een deel van de kentallen is niet te wijzigen (niet-overschrijfbaar). Deze waarden zijn een vast gegeven (bijvoorbeeld gebouwkenmerken) of gekoppeld aan een rekenmethodiek (bijvoorbeeld het rendement voor elektriciteitsopwekking in de EPN-berekening).

D.2 Invoergegevens

De invoer van gegevens voor het maken van een berekening volgt het ontwikkelingsproces van een locatie in de praktijk: van hoog schaalniveau naar laag schaalniveau. Een locatie wordt gedefinieerd door relevante locatiekenmerken in te voeren als vrije invoer (namen energiezones, gebouwtypen, inflatie, investeerders), de juiste keuzes in de keuzelijsten te maken en door overschrijfbaar kentallen aan te passen aan de waarden die passen bij de locatie.

In onderstaande paragrafen worden de invoerparameters besproken.

D.2.1 Project

De projectkenmerken zijn de locatiegebonden gegevens die gelden voor de gehele locatie en voor alle varianten die gemaakt worden. Een locatie wordt opgedeeld in een aantal energiezones. Deze energiezones komen in alle varianten terug. Hetzelfde geldt voor de gebouwtypen en investeerders: deze worden op projectniveau benoemd en komen vervolgens op elke energiezone terug.

Alle in te voeren gegevens betreffen vrije invoer. De kenmerken betreffen projectgegevens (algemeen, locatie), kenmerken van de energiezones en de te gebruiken gebouwen en investeerders/beheerder die binnen het project een rol (kunnen) spelen.

D.2.1.1 Projectgegevens

Algemeen

Deze gegevens betreffen vooral de kenmerken voor algemene projectadministratie en zijn vooral bedoeld voor de gebruikers zelf. Binnen het rekenmodel worden de gegevens niet meer gebruikt.

Locatie

Hier wordt de naam van de locatie vastgelegd waarvoor de berekening wordt gemaakt. Deze naam zal in de resultaten als naam zichtbaar zijn. Ook is er ruimte om de locatie te specificeren en de gemeente te vermelden. Deze gegevens worden bij de resultaten van het model niet meer teruggekoppeld.

Beschouwingsperiode financiën

De gevolgen van kosten en baten worden in de financiële analyse jaarlijks weergegeven gedurende de hier ingevoerde periode. Ook de netto contante waarde wordt berekend op basis van deze periode. Default is deze 30 jaar.

D.2.1.2 Energiezones

Het aantal energiezones en de naam en het oppervlak van deze energiezones is voor alle varianten in de berekening gelijk. Deze worden daarom ook voorin het model ingevoerd. Bij omschrijving is ruimte om specifieke informatie van de energiezone op te nemen. De naam van de energiezone wordt bij de resultaten gebruikt om aan te geven voor welke energiezone resultaten worden weergegeven.

D.2.1.3 Gebouwen

De keuzemogelijkheden voor gebouwtypen op de energiezones zijn afhankelijk van de gebouwtypes die op deze plaats in het model gedefinieerd worden. Op deze plaats zijn de in het model opgenomen standaardgebouwtypen voor nieuwbouw en bestaande bouw te kiezen en van een specifieke naam en omschrijving te voorzien. De naam van het gebouw wordt in de resultaten als terugkoppeling gebruikt.

Eerst moet een keuze worden gemaakt tussen nieuwe of bestaande woning of utiliteitsgebouw. Vervolgens is er de mogelijkheid te kiezen uit 13 woningtypes voor nieuwbouw en 20 voor bestaande bouw. Deze woningtypes komen overeen met de referentiewoningtypes van Agentschap NL en SEV/SBR ([23], [24] en [25], aangevuld met enkele opties voor vrije invoer). Bij utiliteit zijn er 9 keuzeopties.

D.2.1.4 Investeerders

In OEI 3.0 is het in tegenstelling tot OEI 2.1 niet mogelijk de exploitatie voor meerdere investeerders tegelijkertijd door te rekenen. Wel is het mogelijk om per energiezone aan te geven welke kostenpost moet worden meegenomen in de berekening. Op energiezone-niveau kan worden aangegeven of de investeerder gebruik kan maken van EIA en of de investeerder btw-plichtig is. Een investeerder kan natuurlijk ook een particuliere bewoner of huurder zijn.

D.2.1.5 Varianten

Hier wordt aangegeven met hoeveel varianten het model gaat rekenen. In het rekenmodel OEI worden deze varianten vervolgens ook aangemaakt en hiervoor zijn gegevens in te vullen. Op elk moment kan een nieuwe variant worden aangemaakt of kan een bestaande variant worden gekopieerd en worden toegevoegd.

D.2.2 Varianten

Voor de varianten die op het hogere schaalniveau zijn aangemaakt kunnen vele parameters worden gewijzigd. Parameters die op dit niveau worden vastgelegd zijn geldig voor de gehele locatie, dat wil zeggen voor alle energiezones binnen de locatie.

D.2.2.1 Centrale elektriciteitsproductie

De productie van de elektriciteitsvraag van de locatie kan worden verrekend met de gemiddelde landelijke elektriciteitsproductie of met een STEG. Voor de landelijke mix kan gekozen worden voor het huidige net (CO₂-emissie 70.9 kg/GJ) of de mix voor 2020 conform de Uniforme Maatlat Warmtevoorziening. Bij keuze voor een STEG kan ook nog worden gekozen voor andere gassoorten dan aardgas.

D.2.2.2 Verrekening binnen de locatie geproduceerde elektriciteit

De vermeden elektriciteitsproductie als gevolg van elektriciteit die binnen de locatie (secundair) geproduceerd is kan worden verrekend met de gemiddelde landelijke elektriciteitsproductie of met een STEG. Bij keuze voor een STEG kan ook nog worden gekozen voor andere gassoorten dan aardgas.

D.2.2.3 Centrale warmteproductie

Hier kan gekozen worden voor het type warmteproductie buiten de locatie. De uiteindelijke keuze voor de plaats van het opwekkingstoestel voor warmte vindt plaats op energiezonenniveau. Als op

energiezoneniveau wordt gekozen voor warmteproductie buiten de locatie wordt met het hier gekozen type gerekend. Naast het installatietype kan ook nog worden gekozen voor variaties in de energiedrager voor de brandstof die het apparaat in gaat.

D.2.2.4 **Warmtevraag buiten de locatie op dezelfde transportleiding**

De afstand tussen het warmteproductiemiddel buiten de locatie en de locatie bepaalt de transportafstand. Het warmteverlies door deze transportleiding is afhankelijk gesteld van de lengte van de leiding en is relatief groot. Vooral bij grote afstanden is het zeer goed mogelijk dat er ook andere locaties zijn aangesloten op deze transportleiding. Om de warmteverliezen te kunnen verdelen is het in OEI mogelijk om andere locaties in te voeren met een warmtevraag. Het aandeel van de totale warmteverliezen van de transportleiding is de warmtevraag van de locatie ten opzichte van de warmtevraag van de andere locaties.

Om een benadering te geven van de warmtevraag van de overige locaties is een invoertabel gemaakt waarbij aantallen woningen (nieuwbouw en bestaande bouw) en vierkante meters utiliteit op te geven zijn. Op basis van standaardwaarden voor de warmtevraag van een bestaande woning, een nieuwbouwwoning en een vierkante meter utiliteit kan hiervoor snel een inschatting worden gemaakt.

D.2.2.5 **Inflatie**

Per variant kan een percentage voor jaarlijkse inflatie worden ingevuld. Als verderop in het model sprake is van een prijsontwikkeling van investeringen of energietarieven, is dit altijd een percentage bovenop de inflatie.

D.2.3 **Energiezones**

Per variant kunnen gegevens per energiezone worden aangepast. Hieronder volgen de gegevens die per energiezone kunnen worden gewijzigd. De keuzemogelijkheden in de keuzelijsten zijn aangepast aan de gemaakt keuzes op variantniveau.

D.2.3.1 **Bouwperiode**

De bouwperiode van de energiezone wordt bepaald door het jaar van aanvang en het jaar waarin de energiezone klaar is. De bouwperiode is van belang voor de financiële analyse.

Voor de energievraag et cetera wordt altijd een berekening gemaakt voor een volledig volgebouwde energiezone.

D.2.3.2 **Inzet duurzame energie**

Per energiezone kan worden aangegeven welk deel van de elektriciteitsvraag van de energiezone duurzaam opgewekt is. Daarnaast kan worden aangegeven hoeveel vermogen aan windmolens en grootschalige PV op de energiezone is geïnstalleerd.

D.2.3.3 **Warmteproductiemiddel op energiezone-niveau**

Op dit niveau wordt gekozen voor de plaats waar de warmteproductie ten behoeve van ruimteverwarming en warmtapwater van de gebouwen plaatsvindt. In de keuzelijst is een keuze uit warmteproductie buiten de locatie (het daar geselecteerde warmteproductiemiddel wordt doorgerekend), een lijst warmteproductiemiddelen op energiezoneniveau en de keuze voor warmteproductie op woningniveau. In het laatste geval zal op woningniveau een keuzemogelijkheid worden aangemaakt voor keuze van verwarmingstoestellen op woningniveau. Als gekozen wordt voor warmteproductie op de energiezone met een lage temperatuur (55 °C) zal op woningniveau nog een keuze gemaakt moeten worden voor een productiemiddel voor het verwarmen van tapwater.

Bij keuze voor warmteproductie op de energiezone kan naast het installatietype ook nog worden gekozen voor variaties in de energiedrager voor de brandstof die het apparaat in gaat.

D.2.3.4 **Gasnetwerk in de wijk**

Per energiezone kan worden aangegeven of er een gasnetwerk ligt naar de gebouwen toe, en welk soort gas dit betreft. Dit kan van toepassing zijn als er bijvoorbeeld sprake is van warmtelevering aan de gebouwen, terwijl die toch een gasaansluiting hebben, bijvoorbeeld voor koken.

D.2.3.5 **Woningaantallen**

Hier worden de gebouwen gekozen waarmee in de energiezones zal worden gerekend. Per type moet worden aangegeven om hoeveel woningen het gaat. Let bij de invoer van deze woningaantallen op de bij de energiezone horende grootte, zodat de bebouwingsdichtheid een redelijk getal is (zeg tussen de 15 en 100 woningen per hectare). De bebouwingsdichtheid (aantal

aansluitingen per hectare) wordt gebruikt om de lengte van een eventueel warmteditributienet te bepalen.

Het totale aantal woningen in een energiezone moet groter zijn dan 10.

D.2.3.6 **Investeerders**

Op deze plaats worden gedefinieerde investeerders gekoppeld aan de categorieën waarvoor de financiële gegevens worden gecombineerd. Per categorie kan één van de ingevoerde investeerders worden gekozen.

D.2.4 **Woningen - nieuwbouw**

Op woningniveau zijn keuzes met betrekking tot uitvoering van de woning te maken. Keuzelijsten zijn afhankelijk van keuzes die op hogere schaalniveaus gemaakt zijn. De te kiezen gebouwen dienen eerst op projectniveau te zijn gedefinieerd.

In rekenmodel OEI zijn de referentiewoningen van SenterNovem opgenomen. Om de invoer te vereenvoudigen zijn de nieuwbouwwoningen niet per woonlaag gedefinieerd zoals dat in NEN 5128 wel moet worden ingevuld. Dit leidt tot een afwijking in de EPC (tussen OEI 3 en NEN 5128) van ongeveer 0 tot 0,02.

Schaalfactor

Er is een "schaalfactor" toegevoegd, zodat alle woningen eenvoudig met een bepaald percentage kunnen worden vergroot of verkleind. Deze schaafactor is eerder toegepast in de "Energiebesparingsverkenner Projecten" (www.energiebesparingsverkenner.nl). Zie verder de beschrijving onder bestaande bouw.

Thermische bruggen

In de EPN worden thermische bruggen verrekend met een "toeslag" op de berekende U-waarde. In OEI is er keuze uit drie "toeslagen":

- Forfaitair EPN: toeslag van 0,10 W/m²K op de U-waarde van constructies;
- SBR referentiedetails: toeslag van 0,05 W/m²K op de U-waarde van constructies;
- SBR energiezuinige details: toeslag van 0,03 W/m²K op de U-waarde van constructies.

Isolatie scheidingsconstructies

De warmteweerstand voor dichte scheidingsconstructies worden in Rekenmodel OEI 3.0 direct opgegeven (Rc-waarde op 0,01 m².K/W; U-waarde op 0,01 W/m².K). Gemaximeerd op 10 m²K/W.

Beglazing

Het glastype is te kiezen door middel van een keuzemenu. De lijst bestaat uit de combinatie van glastype en kozijntype. Er is hier gekozen voor dezelfde lijst als in bestaande bouw. Zie tabel 6.06 in ISSO 82.1, die U-waarden geeft van ramen die grenzen aan de buitenlucht.

Glastypen:

- drievoudig HR-glas
- HR++
- HR+
- dubbelglas met coating
- dubbelglas zonder coating of voorzetraam
- enkelglas
- eigen glastype (aan te passen in Kentallen)

Kozijntypen:

- Hout/kunststof
- Metaal thermisch onderbroken
- Metaal thermisch niet-onderbroken

Bij de keuze voor "eigen glastype" geeft de gebruiker een waarde op voor de U-waarde van het raam (kozijn inclusief glas), en voor de ZTA-waarde van het glas.

Zonbenutting door ramen wordt berekend met raamoppervlakken over vier oriëntaties. Het percentage PZE (passieve zonne-energie) vervalt daardoor. De vier oriëntaties zijn:

- noord (voorgevel)
- oost (zijgevel)
- zuid (achtergevel)
- west (zijgevel)

In het invoerscherm wordt per woning de mogelijkheid gegeven de oriëntatie van de voorgevel aan te geven (N/NO/O/...). Default is deze noord. De rest van de woning/oriëntaties draait dan mee. Glasoppervlakten worden in 4 windrichtingen gegeven.

Zonwering

Toepassing van zonwering wordt door middel van een keuzelijst aangegeven:

- geen
- zuid
- zuidwest, zuid, zuidoost
- overal

Toestel ruimteverwarming

Als op energiezonenniveau is gekozen voor een warmteproductiemiddel voor verwarming in de woning komt hier een keuzelijst met te kiezen opwekkingstoestellen voor ruimteverwarming. Voor nieuwbouw en bestaande bouw, woningbouw en utiliteit worden verschillende keuzelijsten gemaakt.

De keuze voor het verwarmingsniveau bepaalt de leidingverliezen op woningniveau en bepaalt voor een aantal opwekkingstoestellen (Vooral HR-ketel, warmtepomp) het opwekkingsrendement van het toestel.

Als het collectieve gebouwgebonden verwarming betreft moet het aantal toestellen voor deze woningen worden ingevuld. Op basis hiervan kan het aantal aansluitingen worden berekend.

De keuzemogelijkheden voor toestellen voor ruimteverwarming zijn overgenomen uit NEN 5128, aangevuld met de brandstofcel en micro wkk. In de lijst met toestellen voor ruimteverwarming is het warmtapwaterdeel niet onderscheidend (HR combi is gelijk aan HR-ketel). Dat onderscheid komt bij warmtapwater aan de orde.

De keuzemogelijkheden zijn:

- lijst met toestellen (geen onderscheid dat te maken heeft met warmtapwater: de HR-ketel en de HR-combiketel worden hier niet onderscheiden);
- temperatuurniveau (met impliciet ook keuze voor afgiftesysteem), aangeven met de termen LT < 35°C (LT icm vloer/wandverwarming), LT (LT icm vloer/wandverwarming en radiatoren) en HT (HT met radiatoren)
- binnen/buiten de woning (alleen relevant voor centrale verwarming met verwarmingsketel);
- bron (alleen relevant voor een warmtepomp).
- onderscheid naar wel/geen low NO_x is verwijderd (in Kentallen is de waarde voor NO_x al overschrijfbaar).

Een aantal parameters kan voor alle toestellen worden aangepast. Alle parameters zijn in te voeren door te kiezen voor een "eigen toestel".

Toestel warmtapwater

Als op energiezonenniveau is gekozen voor een warmteproductiemiddel voor verwarming in de woning of als het warmteproductiemiddel op de energiezone warmwater met lage temperatuur levert (55 °C) komt hier een keuzelijst met te kiezen opwekkingstoestellen voor warmtapwater. Voor nieuwbouw en bestaande bouw worden verschillende keuzelijsten gemaakt.

Als het collectieve gebouwgebonden verwarming van warmtapwater betreft moet het aantal toestellen worden ingevuld. Op basis hiervan kan het aantal aansluitingen worden berekend.

De keuzemogelijkheden voor toestellen voor warmtapwater zijn overgenomen uit NEN 5128. Er is geen koppeling gemaakt met de toestelkeuze voor ruimteverwarming.

Een aantal parameters kan voor alle toestellen worden aangepast. Alle parameters zijn in te voeren door te kiezen voor een "eigen toestel".

De verschillende verliezen en rendementen zijn van belang voor tapwater. EPN maakt onderscheid naar:

- leidingrendement (forfaitair opgenomen 74% (komt overeen met afstand van 6-8 meter van tappunt tot badruimte en 8-10xx tot keuken) en per toestel overschrijfbaar),
- conversierendement voor afleversets (vast overnemen uit EPN: alleen relevant bij collectieve systemen of gebouwgebonden warmtelevering op afstand en is afhankelijk van temperatuurniveau is niet overschrijfbaar),
- circulatierendement (vooral bepaald door de lengte van de circulatieleiding: lengte per woning standaard opnemen (10 meter per woning) en overschrijfbaar maken),
- distributierendement (NEN 5128:2004, tabel 26).

Ventilatie en ventilatoren

De ventilatiesystemen worden in een keuzemenu aangeboden. Vervolgens wordt de keuzemogelijkheid gegeven voor gelijkstroom en wisselstroom ventilatoren.

Ventilatiesystemen:

- volledig natuurlijk
- mechanische luchtafvoer
- vraaggestuurd
- CO2 gestuurd
- hybride CO2 gestuurd (natuurlijke ventilatie aangevuld met ventilator in geval van onvoldoende ventilatie)
- gebalanceerd WTW
- gebalanceerd HR WTW

Ventilatoren:

- wisselstroom
- gelijkstroom
- energiezuinig gelijkstroom

Zonneboilers

Van de collectoren moet het oppervlak per woning worden aangegeven. Als een collectoroppervlak wordt ingevuld en het gekozen opwekkingstoestel geschikt is voor zonneverwarming moet worden aangegeven of dat in dit geval ook gebeurt.

Verlichting

Rekenmodel OEI 3.0 rekent met de forfaitaire waarden voor verlichting overeenkomstig de rekenregels in NEN 5128:2004.

Toestel koeling

De keuzemogelijkheden voor toestellen voor koeling zijn overgenomen uit NEN 5128.

Toestel bevochtiging

Het primair energiegebruik voor bevochtiging van nieuwe woningen is nul.

PV-cellen

Voor PV wordt het in Wp als invoer gevraagd. Hellingshoek en oriëntatie zijn altijd optimaal verondersteld (zuid, 45°).

In NEN 5128 wordt ook gevraagd een type cel en systeemuitvoering aan te geven. Het type cel wordt gebruikt om de grootte van het systeem (invoer is daar in m²) om te rekenen naar vermogen in Wp. De systeemuitvoering leidt tot een reductiefactor (0,70 ± 0,03) die invloed heeft op de verwachte opbrengst. In OEI 3.0 wordt gerekend met 780 kWh/kWp.jaar, onafhankelijk van systeem; overschrijfbaar. (Afwijkingen van de optimale oriëntatie/helling kunnen hierdoor ook worden doorgerekend).

Huishoudelijke apparatuur

De toepassing van huishoudelijke apparatuur verschilt zeer sterk per huishouden. In OEI wordt daarom gerekend met gemiddelde waarden met een gemiddeld energiegebruik. Alleen aanpassingen die een principieel verschil maken zijn in OEI opgenomen. Dit zijn apparaten waardoor andere energiedragers gevraagd worden.

Bij keuze voor opwekkingstoestellen die geen gas als brandstof hebben ligt het niet voor de hand om in de woning een gasaansluiting (kookgas) te hebben. In de praktijk zal dit toch voorkomen, bijvoorbeeld in een renovatiesituatie waar de bestaande individuele gastoestellen zijn vervangen door een collectief toestel. In OEI kan hier worden aangegeven of de woning een gasaansluiting heeft tbv koken.

Voor elektriciteitsgebruik wordt aangesloten bij de EPL-methodiek.

D.2.5 Woningen - bestaande bouw

Rekensystematiek van het energie prestatiecertificaat (niet het maatwerkrapport).

Voor de berekening van de energiegebruiken aan de meter rekent OEI met de werkelijke rendementen en niet met de alternatieve toestellen. Bijvoorbeeld de geiser wordt niet vervangen door de CR combiketel (CR=conventioneel rendement).

Voor de berekening van het energiegebruik op de meter wordt gerekend met een binnentemperatuur van 16,5°C. Deze is per woningtype in te voeren. Dat betekent overigens wel dat de verbruiken op de meter af zullen wijken van de primaire energiegebruiken zoals berekend voor vaststelling van het energielabel. Er is geen fitmogelijkheid (aanpassen van binnentemperatuur, ventilatievoud, terugrekenen vanuit gasmeterstanden etc) ingebouwd.

De invoermogelijkheden zijn gebaseerd op de mogelijkheden voor nieuwbouw. De keuzemogelijkheden worden bepaald door ISSO 82.1.

Schematisering woningen

In rekenmodel OEI worden de voorbeeldwoningen 2007 van SenterNovem opgenomen. De bestaande woningen zijn als geheel en niet per woonlaag gedefinieerd.

Schaalfactor

Er wordt een "schaalfactor" toegevoegd, zodat alle woningen eenvoudig met een bepaald percentage kunnen worden vergroot of verkleind. Deze schaalfactor is eerder toegepast in de "Energiebesparingsverkenner Projecten" (www.energiebesparingsverkenner.nl)

Bij het schalen van de woning wordt ervan uitgegaan dat een woning in zowel de lengte als de breedte evenveel groeit, en dat de hoogte gelijk blijft (het aantal verdiepingen dus ook).

Op basis van bovenstaande uitgangspunten zijn de groeifactoren per constructiedeel vastgesteld:

Schaalfactor van de woning = X

(bijvoorbeeld groei van 20%, komt overeen met $X = 1.2$, verkleining met 50% komt overeen met $X = 0.5$)

Dit levert:

- $A_{g;nieuw} = A_{g;oud} * X$
- $A_{gevel;nieuw} = A_{gevel;oud} * \sqrt{X}$
- $A_{raam;nieuw} = A_{raam;oud} * \sqrt{X}$
- $A_{vloer;nieuw} = A_{vloer;oud} * X$
- $A_{dak;nieuw} = A_{dak;oud} * X$

De groei van gevel- en raamdelen gaat dus met een \sqrt{X} groei, de groei van de overige constructiedelen loopt gelijk met de schaalfactor X.

Op basis van een analyse van de spreiding van de gebruiksoppervlakken van verschillende woningtypen in de KWR en de gewenste dekkingsgraad van een referentiewoning worden de eengezinswoningen geschaald van 70% tot 150%. De EI blijft bij deze schalingen binnen een foutenmarge van 5% (eengezinswoningen) dan wel 9% (meergezinswoningen).

Isolatie scheidingsconstructies

De warmteweerstand voor dichte scheidingsconstructies worden in Rekenmodel OEI 3.0 direct opgegeven (Rc-waarde op 0,01 m².K/W; U-waarde op 0,01 W/m².K). Gemaximeerd op 10 m²K/W.

Beglazing

Glastypen te kiezen dmv keuzemenu. De lijst bestaat uit de combinatie van glastype en kozijntype. Zie tabel 6.06 in ISSO 82.1, die U-waarden geeft van ramen die grenzen aan de buitenlucht.

Glastypen:

- drievoudig HR-glas
- HR++
- HR+
- dubbelglas met coating
- dubbelglas zonder coating of voorzetraam
- enkelglas.
- eigen glastype

Kozijntypen:

- Hout/kunststof
- Metaal thermisch onderbroken
- Metaal thermisch niet-onderbroken

Bij de keuze voor "eigen glastype" geeft de gebruiker een waarde op voor de U-waarde van het raam (kozijn inclusief glas), en voor de ZTA-waarde van het glas.

Zonbenutting door ramen wordt berekend met raamoppervlakken over vier oriëntaties. Het percentage PZE (passieve zonne-energie) vervalt daarmee. De vier oriëntaties zijn:

- noord (voorgevel)
- oost (zijgevel)
- zuid (achtergevel)
- west (zijgevel)

Zonwering

Zonwering is niet opgenomen in ISSO 82.

Ventilatie en ventilatoren

De ventilatiesystemen worden in een keuzemenu aangeboden. Vervolgens wordt de keuzemogelijkheid gegeven voor gelijkstroom en wisselstroom ventilatoren.

Ventilatiesystemen:

- volledig natuurlijk
- mechanische luchtafvoer
- vraaggestuurd
- CO₂ gestuurd (in EI verrekenen als "vraaggestuurd")
- hybride CO₂ gestuurd (in EI verrekenen als "vraaggestuurd")
- gebalanceerd WTW
- gebalanceerd HR WTW

ISSO 82 geeft ook keuze voor gebalanceerde ventilatie zónder WTW. Deze keuze wordt niet opgenomen.

Ventilatoren:

- wisselstroom
- gelijkstroom (in EI verrekend als "wisselstroom")
- energiezuinig gelijkstroom (in EI verrekend als "wisselstroom")

Toestel ruimteverwarming

De keuzemogelijkheden voor toestellen voor ruimteverwarming zijn overgenomen uit ISSO 82.1, aangevuld met de brandstofcel en micro wkk.

De keuzemogelijkheden zijn:

- lijst met toestellen (geen onderscheid dat te maken heeft met warmtapwater: de HR-ketel en de HR-combiketel worden hier niet onderscheiden);
- temperatuurniveau (alleen relevant voor HR-ketels ($\leq 55^{\circ}\text{C}$; $> 55^{\circ}\text{C}$) en warmtepompen (ZLT, LT, MT));
- binnen/buiten de woning (alleen relevant voor centrale verwarming met verwarmingsketel);
- bron (alleen relevant voor een warmtepomp).

ISSO 82 biedt niet de mogelijkheid om met gelijkwaardigheidsverklaringen of afwijkende rendementen te rekenen. Met keuze voor "eigen toestel" is dit wel te bereiken. Voor de EI-berekening moet worden teruggegrepen op rendementen e.d. die wel voorkomen in ISSO 82.1. Geldt bv ook voor drievoudig glas.

Wanneer in OEI gerekend wordt met een toestel dat niet voorkomt in ISSO 82.1, verschijnt er een opmerking waarin dat wordt aangegeven.

Toestel warmtapwater

De keuzemogelijkheden voor toestellen voor warmtapwater zijn overgenomen uit ISSO 82.1 (tabel 6.023).

Er is geen koppeling gemaakt met de toestelkeuze voor ruimteverwarming.

Zonneboiler

Lijst uit ISSO 82.1 is overgenomen. Hellingshoek en oriëntatie zijn altijd optimaal.

Verlichting

Rekenmodel OEI 3.0 rekent met de forfaitaire waarden voor verlichting overeenkomstig de rekenregels in ISSO 82.3.

Toestel koeling

Het primair energiegebruik voor koeling van bestaande woningen is nul (overeenkomstig de rekenregels in ISSO 82.3).

Toestel bevochtiging

Het primair energiegebruik voor bevochtiging van bestaande woningen is nul (overeenkomstig de rekenregels in ISSO 82.3).

PV-cellen

Voor PV wordt het vermogen in Wp als gevraagd. Hellingshoek en oriëntatie zijn altijd optimaal verondersteld (zuid, 45°).

In ISSO 82.1 wordt ook gevraagd een type cel aan te geven. Het type cel wordt gebruikt om de grootte van het systeem (invoer is daar in m²) om te rekenen naar vermogen in Wp. De systeemuitvoering is altijd gelijk (reductiefactor 0,69). In OEI 3.0 wordt echter gerekend met een opbrengst van 780 kWh/kWp.jaar, onafhankelijk van systeem; overschrijfbaar. (Afwijkingen van de optimale oriëntatie/helling kunnen hierdoor ook worden doorgerekend).

D.2.6 Utiliteitsgebouwen (nieuw en bestaand)**Schematisering**

Utiliteitsgebouwen worden beschouwd op dezelfde wijze als een woningtype. Dat wil zeggen: een utiliteitsgebouw heeft een pakket isolatiemaatregelen, een ventilatiesysteem, een installatie voor verwarming, voor warmtapwater, voor koeling, et cetera. Resultaat is een energiegebruik, CO₂-emissie en een EPC/EI.

Anders dan een woning, kan een utiliteitsgebouw in principe bestaan uit meerdere gebouwfuncties. In OEI3 bestaat een utiliteitsgebouw echter uit maximaal 1 gebouwfunctie. Combinatiegebouwen kunnen worden doorgerekend door meerdere gebouwen in te voeren.

In Rekenmodel OEI 3.0 worden referentiegebouwen voor utiliteit meegeleverd. Daarvan zijn alle gebouwkenmerken en afmetingen van scheidingsconstructies (gesloten gevel, open gevel, dak en vloer) en de oriëntatie van de open delen als basisgegevens opgenomen. De opbouw van de constructies en de installaties worden in de invoer gekozen. In de tabel met de basisgegevens van referentiegebouwen kunnen nieuwe gebouwen worden gedefinieerd (gebouwkenmerken en afmetingen scheidingsconstructies).

Gebouwkenmerken

De volgende gebouwkenmerken zijn relevant voor de berekening:

- Gebruiksfunctie met keuzes volgens het Bouwbesluit:
 - kantoorfunctie;
 - gezondheidszorg klinisch;
 - gezondheidszorg niet klinisch;
 - bijeenkomstfunctie;
 - bijeenkomstfunctie met alcoholgebruik;
 - onderwijsfunctie;
 - sportfunctie, matig verwarmd;
 - sportfunctie, anders dan matig verwarmd;
 - logiesfunctie;
 - winkelfunctie;
 - (cellengebouw is niet opgenomen)
- bouwjaar;
- gebouwhoogte:
 - 0-10 meter;
 - 10-20 meter;
 - >20 meter;
- gebouwmassa:
 - hout, gesloten plafond
 - hout, open plafond
 - dekvloer, gesloten plafond
 - dekvloer, open plafond
 - steen, gesloten plafond
 - steen, open plafond

Bouwkundige kenmerken

Rekenmodel OEI 3.0 rekent met de afmetingen die horen bij het gekozen gebouw. In de 'Kentallen' van het model zijn die gegevens opgenomen (zie ook paragraaf 0). Bij invoer van

bouwkundige kenmerken gaat het om de energetische kwaliteit van de gebouwschil en zonwerende maatregelen van de ramen.

Isolatie scheidingsconstructies

De warmteweerstand voor dichte scheidingsconstructies worden in Rekenmodel OEI 3.0 direct opgegeven (Rc-waarde op 0,01 m².K/W; U-waarde op 0,01 W/m².K). Gemaximeerd op 10 m²K/W.

Thermische bruggen

In Rekenmodel OEI 3.0 worden thermische bruggen verrekend met de volgens "toeslagen":

- forfaitair: toeslag van 0,10 W/m²K op de U-waarde van constructies;
- SBR referentiedetails: toeslag van 0,05 W/m²K op de U-waarde van constructies;
- SBR energiezuinige details: toeslag van 0,03 W/m²K op de U-waarde van constructies.

Kozijnen, Beglazing,

Glastypen te kiezen dmv keuzemenu. De lijst bestaat uit de combinatie van glastype en kozijntype. Zie tabel 6.06 in ISSO 75.1, die U-waarden geeft van ramen die grenzen aan de buitenlucht.

Kozijntypen:

- hout/kunststof;
- metaal thermisch onderbroken;
- metaal thermisch niet-onderbroken;

Glastypen:

- drievoudig glas;
- HR++;
- HR+;
- Dubbelglas met coating;
- Dubbelglas zonder coating of voorzetraam;
- Enkelglas;

Beschaduwning daglichtopeningen:

- geen luifel;
- luifel 1 (volgens definities in ISSO 75.3);
- luifel 2 (volgens definities in ISSO 75.3);

Zonwering daglichtopeningen:

- buiten handbediend;
- buiten, automatisch;
- alle andere gevallen.

Installatiekenmerken

De installatiekenmerken worden per gebouw ingevoerd.

Systeemkeuze installatie

De systeemkeuze voor de installatie voor verwarming en koeling wordt bepaald aan de hand van de volgende keuzes:

Koudelevering:

- nee;
- ja.

Luchttoevoer:

- mechanisch;
- natuurlijk.

Luchtafvoer:

- mechanisch;
- natuurlijk.

Transportmedium warmte:

- water (en lucht);
- lokaal;
- lucht [alleen relevant bij mechanische luchttoevoer];

Transportmedium koude [alleen relevant als er koudelevering is]:

- water;
- lucht [alleen relevant bij mechanische luchttoevoer];
- water en lucht [alleen relevant bij mechanische luchttoevoer];
- lokaal [alleen relevant bij mechanische luchttoevoer];

Dual duct:

- nee of nvt;
- ja [alleen relevant als zowel luchttoevoer als luchtafvoer mechanisch is];

Individuele regeling:

- nee [alleen relevant bij systeemnummers 1, 3, 5, 7, 9 en 10] (nummering uit ISSO 75.3)
- ja [kan bij alle systemen].

Ventilatie en ventilatoren

Er wordt gerekend met forfaitaire debieten (debiet is geen invoer).

Het ventilatiesysteem is bepaald door de keuze voor mechanische of natuurlijke luchttoevoer en luchtafvoer.

Terugregeling van ventilatiedebieten

- recirculatie;
- recirculatie en debietregeling;
- debietregeling;
- geen recirculatie of debietregeling.
- Warmteterugwinning

Toestel ruimteverwarming

De keuzemogelijkheden voor toestellen voor ruimteverwarming zijn overgenomen uit ISSO 82.1, aangevuld met de brandstofcel en micro wkk (zie ook paragraaf 5.5).

De keuzemogelijkheden zijn:

- Lijst met toestellen (geen onderscheid dat te maken heeft met warmtapwater: de HR-ketel en de HR-combiketel worden hier niet onderscheiden);
- Temperatuurniveau (alleen relevant voor HR-ketels (lijstje 1) en warmtepompen (lijstje 2): aangeven met de termen ZLT, LT, MT en HT.
- Binnen/buiten de woning (alleen relevant voor centrale verwarming met verwarmingsketel);
- Bodembron (alleen relevant voor een warmtepomp).

Wanneer in OEI gerekend wordt met een toestel dat niet voorkomt in ISSO 82.1, verschijnt er een opmerking waarin dat wordt aangegeven.

Toestel warmtapwater

Keuzemogelijkheden toestellen voor warmtapwater conform ISSO 75.1 (bestaande utiliteit) en NEN 2916:2004 (nieuwe utiliteit).

Zonneboilers

Collectoroppervlak voor ruimteverwarming

Verlichting

- | | |
|------------------------------------|---|
| - Geïnstalleerd vermogen | Vrij invulbaar (tussen 1-100 W/m ²) |
| - Schakel-/regelsysteem | Keuzemenu |
| - Aanwezigheidsdetectie? | Ja/nee |
| - Afzuiging verlichtingsarmaturen? | Ja/nee |

Toestel koeling

Keuzemogelijkheden toestellen voor ruimtekoeling conform ISSO 75.1 (bestaande utiliteit) en NEN 2916:2004 (nieuwe utiliteit).

Toestel bevochtiging

Keuzemogelijkheden bevochtigingsinstallaties conform ISSO 75.1 (bestaande utiliteit) en NEN 2916:2004 (nieuwe utiliteit).

PV-cellen

Voor PV wordt het vermogen in Wp als gevraagd. Hellingshoek en oriëntatie zijn altijd optimaal verondersteld (zuid, 45°).

In ISSO 75.1 wordt ook gevraagd een type cel aan te geven. Het type cel wordt gebruikt om de grootte van het systeem (invoer is daar in m²) om te rekenen naar vermogen in Wp. De systeemitvoering is altijd gelijk (reductiefactor 0,69). In OEI 3.0 wordt echter gerekend met een opbrengst van 780 kWh/kWp.jaar, onafhankelijk van systeem; overschrijfbaar. (Afwijkingen van de optimale oriëntatie/helling kunnen hierdoor ook worden doorgerekend).

De berekening van de opbrengste van PV-cellen wijkt in ISSO 75 af van ISSO 82. Dit verschil is in OEI 3 niet zichtbaar omdat voor alle gebouwtypes wordt gerekend met dezelfde opbrengst in kWh/kWp.

D.2.7 Investerings**D.2.7.1 Exploitatierkening**

In de exploitatierkening wordt gerekend met rente op de positieve reserve (brengt geld op) en rente op de negatieve reserve (kost geld). In de tabel wordt het percentage gegeven waar OEI mee rekt. De rentepercentages blijven gedurende de beschouwingsperiode constant.

D.2.7.2 Lening en aflossing

In OEI worden alle investeringen geleend en lineair afgeschreven. Voor de lening kan met drie verschillende leningen worden gerekend die ieder een eigen aandeel hebben in het te lenen investeringsbedrag. Elke lening kan een ander rentepercentage hebben. Het rentepercentage blijft gedurende de beschouwingsperiode constant. OEI rekt met het samengestelde rentepercentage. Er worden geen aflossingen per lening berekend.

Het aandeel van de investering dat wordt gedekt door een participatielening is een resultaat van de overige invoer.

D.2.8 Overschrijfbaar kentallen

Naast vrije invoer en keuzelijsten beschikt OEI over een derde invoermogelijkheid. Een groot deel van de kentallen die in OEI zijn opgenomen is overschrijfbaar. Hierdoor zijn kengetallen voor bijvoorbeeld kosten, emissies of rendementen aan te passen.

E Energiestromen en conversies

De basis voor alle berekeningen zijn de energiestromen als gevolg van de energievraag van de gebouwen, de transport- en distributieverliezen en energieconversies van de energie-infrastructuur. Voor de beschrijving van de berekeningen is daarom gekozen voor een structuur die de energie-infrastructuur volgt van de woning (E.1) tot aan het primaire energiegebruik (E.8). In de beschrijving wordt aangegeven op welke manier de energiestromen worden berekend, welke energiedragers een rol spelen, welke emissies vrij kunnen komen en welke investeringen van toepassing zijn. De financiële analyse is ook gebaseerd op hier gedefinieerde investeringen en energiestromen, maar kent een volledig andere structuur en wordt daarom in een ander hoofdstuk behandeld (A).

De energiestromen betreffen zowel de energievraag als de export van elektriciteit als gevolg van elektriciteitsproductie door pv-cellen, windmolens en warmtekracht-eenheden.

Alle energiestromen worden berekend in joule (MJ, GJ, TJ). Alleen bij berekening van de energiestromen in de opwekkingstoestellen zal een omrekening worden gemaakt naar de voor de energiedrager triviale eenheid (m³ gas, kWh elektriciteit, kg biomassa, et cetera).

E.1 Energiegebruik gebouwniveau

Het aantal energievoorzieningen in de woning met invloed op de energiestromen (grootte, type energiedrager) is groot. De keuzemogelijkheden zijn weergegeven bij de beschrijving van de invoer op woningniveau. Een groot deel van deze invloeden is gebruikt voor de energieprestatieberekeningen waaruit het gebouwgebonden energiegebruik volgt.

In onderstaande beschrijving van de berekening van de energiestromen en conversies op woningniveau zal veel verwezen worden naar de berekening van de energieprestatie. Daar worden de berekening voor gebouwgebonden energiegebruik gemaakt.

E.1.1 Vraag naar warmte en elektriciteit door gebruikers gebouw

De gebouwgebonden energievraag wordt berekend conform EPN (NEN 5128 en 2916) voor de nieuwbouw en EPA (ISSO 82.3 en 75.3) voor de bestaande bouw.

Het niet-gebouwgebonden energiegebruik betreft al het overige energiegebruik in de woning. Voorbeelden zijn het gasverbruik door koken of het elektriciteitsverbruik door gebruik van wasmachine, koelkast, tv, radio, et cetera.

Per potentiële energiedrager op woningniveau is beschreven hoe de energiestroom berekend wordt.

E.1.2 Warmte- en elektriciteitsproductie binnen het gebouw

E.1.2.1 Toestellen verwarming en tapwater

Voor gebouwen zijn in OEI toestellen voor ruimteverwarming en warmtapwater opgenomen. Voor nieuwbouw zijn dit andere toestellen dan voor bestaande bouw.

E.1.2.2 Elektriciteitsproductie door PV en warmtekracht

Op woningniveau kan elektriciteitsproductie plaatsvinden door middel van pv-cellen en door middel van micro-warmtekracht. De methodiek voor verrekening van de energiestromen door deze twee elektriciteitsproductiemiddelen is gegeven in de berekening van de energieprestatie en de berekening van de EPL (G.2.1.1). Gebouwgebonden windturbines zijn geen onderdeel van EPN of energielabelmethodiek en dus ook geen expliciete keuze in OEI 3.0. Eventueel kunnen deze wel 'getrukt' worden door een vermogen aan PV-cellen in te vullen met een vergelijkbare opbrengst.

E.1.3 Energiedragers

Op woningniveau wordt de energievraag door maximaal drie energiedragers (gas, elektriciteit, warmte) geleverd. In alle gevallen wordt aan de woning elektriciteit geleverd. Afhankelijk van de toe te passen (of toegepaste) toestellen en apparaten heeft de woning ook een gasvraag of een warmtevraag. In uitzonderlijke gevallen zal naast warmtelevering ook nog een kookgasnet aangelegd worden/aanwezig zijn.

E.1.4 Energievraag aan de meter van het gebouw

Gasvraag

De totale gasvraag aan de woningmeter bestaat uit de gasvraag voor verwarming en warmtapwater en het referentie gasverbruik voor kookgas

Verwarming en warmtapwater

De gasvraag voor verwarming, warmtapwater en waakvlam wordt berekend met EPN of EPA. Bij een collectieve gebouwgebonden installatie op gas zal er in de woning zelf geen gasverbruik voor de installatie zijn. Toch wordt het gasverbruik van de collectieve installatie in de resultaten omgerekend naar en weergegeven als het gasverbruik per woning.

Referentie gasverbruik

In OEI is een referentiesituatie gedefinieerd alleen bestaande uit kookgas. Hierbij is rekening gehouden met een percentage huishoudens dat ondanks de gasaansluiting toch elektrisch kookt.

Correctie op referentie gasverbruik

Afwijkingen op het referentie gasverbruik zijn mogelijk als gas als energiedrager in de woning ontbreekt of als gasstopcontacten of hotfill-apparatuur worden toegepast. Per berekening/woningtype wordt een afwijking van die referentie berekend om de betreffende situatie te berekenen.

De correctie voor kookgas wordt toegepast als er geen gasaansluiting in de gebouwen aanwezig is.

elektriciteitsvraag

De totale elektriciteitsvraag in het gebouw wordt bepaald door het niet-gebouwgebonden elektriciteitsgebruik, het gebouwgebonden elektriciteitsverbruik berekend met EPN/EPA en al dan niet koken op elektriciteit.

Elektriciteitsverbruik

Het totaal niet-gebouwgebonden elektriciteitsgebruik aan de meter van de woning is gerelateerd aan de gebruiksoppervlakte van de woning [9] en [10]:

<1>	$E_{\text{nieuwe woning}} = 4000 + 60 * A_g$	[MJ/jaar]
<2>	$E_{\text{bestaande woning}} = 4172 - 20 * A_g + 2.227 * P$	[MJ/jaar]
<3>	$E_{\text{utiliteit}} = E_{\text{gebruiksfunctie}}$	[MJ/jaar]

met:

E	= niet-gebouwgebonden elektriciteitsgebruik aan de meter van de woning (nieuw/bestaand)	[MJ/jaar]
A_g	= gebruiksoppervlak	[m ²]
P	= aantal bewoners	[-]

Voor bestaande woningen is in de kentallen opgenomen hoeveel personen gemiddeld in een referentiewoning wonen.

Voor utiliteit wordt een vaste waarde (kWh/m²) overgenomen uit ISSO 75.3 (deel B, maatwerkadvies, paragraaf 3.11.4)

Elektriciteitsverbruik EPN en EPA

Vervolgens wordt het voor het gekozen installatieconcept berekend wat het bijbehorende elektriciteitsverbruik volgens EPN en EPA is. Deze waarde wordt daar weer bij opgeteld.

Warmtevraag

De totale warmtevraag in het gebouw is de berekende warmtevraag volgens EPN of EPA

Export elektriciteit

Op woningniveau kan elektriciteit worden geproduceerd door PV-cellen en/of micro-warmtekracht. In het model wordt er vanuit gegaan dat al deze elektriciteit aan het elektriciteitsnet wordt teruggeleverd en uit de energiezone wordt geëxporteerd. De energiestroom aan de meter van de woning wordt berekend en weergegeven. De rekenmethodiek voor EPL gaat hier ander mee om, zie G.2.1.1.

E.1.5 Aansluitwaarde gebouwen

De aansluitwaarde van de gebouwaansluitingen van de verschillende energiedragers wordt berekend op basis van de opgenomen vermogens voor het verwarmingstoestel en het warmtapwatertoestel, de aansluitwaarde voor het huishoudelijk elektriciteitsverbruik van de woning en de aansluitwaarde voor kookgas.

$$<4> \quad P_{\text{gas}} = \max(P_{\text{verwarming}}, P_{\text{warmtapwater}}, P_{\text{kookgas}}) \quad [\text{kW}]$$

$$<5> \quad P_{\text{elektriciteit}} = \max(P_{\text{verwarming}}, P_{\text{warmtapwater}}, P_{\text{huishoudelijk}}) \quad [\text{kW}]$$

$$<6> \quad P_{\text{warmte}} = \text{som} (P_{\text{verwarming}}, P_{\text{warmtapwater}}) \quad [\text{kW}]$$

met:

$$P_{\text{verwarming}} = \text{opgenomen vermogen toestel verwarming} \quad [\text{kW}]$$

$$P_{\text{warmtapwater}} = \text{opgenomen vermogen toestel warmtapwaterbereiding} \quad [\text{kW}]$$

$$P_{\text{kookgas}} = \text{aansluitwaarde kookgas} \quad [\text{kW}]$$

$$P_{\text{huishoudelijk}} = \text{aansluitwaarde huishoudelijk elektriciteitsverbruik} \quad [\text{kW}]$$

Het aansluitvermogen voor verwarming wordt berekend met de warmteverliesberekening uit NEN 5128/2916:

$$<7> \quad P_{\text{verwarming}} = (H_{T;\text{verw}} + H_{V;\text{verw}}) * \Delta T_{\text{max}} \quad [\text{W}]$$

met:

$$H_{T;\text{verw}} = \text{warmteverliescoëfficiënt transmissie voor verwarming} \quad [\text{W/K}]$$

$$H_{V;\text{verw}} = \text{warmteverliescoëfficiënt ventilatie voor verwarming} \quad [\text{W/K}]$$

$$\Delta T_{\text{max}} = \text{maximaal te overbruggen temperatuurverschil binnen/buiten (25 °C)} \quad [\text{K}]$$

$P_{\text{verwarming}}$ wordt naar boven afgerond op een hondertal.

Voor het opgenomen vermogen van tapwater zijn kengetallen per toestel als kental opgenomen. Deze waarden variëren van 8 kW voor een keukengeiser tot 24 kW voor bijvoorbeeld een combiketel.

Het vermogen van een gaskooktoestel is aangenomen op 5 kW voor woningen (overschrijfbaar) en 0 kW voor utiliteit (niet overschrijfbaar).

De aangenomen aansluitwaarde voor huishoudelijk elektriciteitsverbruik is 15 kW voor woningen en 150 W/m² voor utiliteit (overschrijfbaar). Deze waarde is exclusief de eventuele aansluitwaarde voor verwarming en warmtapwater.

Om de aansluitwaarde per energiedrager te berekenen worden de hierboven aangegeven vermogens per energiedrager (verwarming, warmtapwater, koken, elektriciteit) bij elkaar gezet. De aansluitwaarde voor de gebouwaansluiting per energiedrager is de maximale waarde van het benodigde vermogen voor ruimteverwarming, tapwater of huishoudelijk gebruik.

E.1.6 Energiestromen door energieproductie

PV-cellen op de woning en micro-warmtekracht als warmteproductiemiddel produceren elektriciteit op woningniveau. De hoeveelheid geproduceerde elektriciteit hangt af van respectievelijk de soort en het oppervlak pv-cellen en het type micro-warmtekracht in combinatie met de warmtevraag van de woning. De berekening van deze hoeveelheid is opgenomen in de energieprestatieberekening. De geproduceerde elektriciteit wordt in zijn geheel naar buiten de woning en uiteindelijk buiten de energiezone geëxporteerd. In de berekening wordt deze elektriciteit dus niet gebruikt om de energievraag voor elektriciteit in de woning te verlagen. Dit is gedaan om de energiestromen door verbruik en productie helder zichtbaar te houden. In de praktijk zal een deel van de geproduceerde elektriciteit in de woning worden gebruikt waardoor de elektriciteitsvraag daalt.

Voor de verrekening van de geproduceerde elektriciteit, is binnen de rekenmethode voor EPN een maximum gesteld, dat even hoog is als het gebouwgebonden elektriciteitsverbruik. Voor verrekening van deze geproduceerde elektriciteit geldt deze grens niet. In OEI is alleen een arbitraire grens van 10 kW geïnstalleerd vermogen aan pv-cellen per gebouw gesteld om extremen te voorkomen.

In de EPL-berekening wordt de geproduceerde elektriciteit in zijn geheel van het totale elektriciteitsverbruik van de woning afgetrokken. Dit verschil mag in de EPL-berekening nooit kleiner dan nul worden.

E.1.7 **Emissies**

Bij omzetting van gas naar warmte ontstaan emissies. In OEI wordt gerekend met de emissies CO₂ en NO_x. De kengetallen die voor de berekening gebruikt worden zijn voor CO₂-emissie gekoppeld aan de energiedrager en gegeven in kilogram CO₂ er GJ_{in} en voor NO_x gekoppeld aan het toestel en gegeven in gram NO_x per GJ_{in}. Voor toestellen is het mogelijk om door middel van extra invoer aan te geven of het een low-NO_x toestel betreft en hoeveel de NO_x-uitstoot van dit toestel lager is dan de opgegeven uitstoot van het betreffende toestel.

Kentallen voor CO₂-emissie en NO_x-emissies zijn te vinden in de kentallen in de tabel met 'emissies primaire energiedragers' respectievelijk de tabellen met opwekkingstoestellen.

E.1.8 **Financiën**

Op woningniveau worden de kosten en baten van investeringen en van de energierekening bij elkaar beschouwd. Alle posten worden afzonderlijk berekend en zijn als zodanig in het model zichtbaar. Bij de financiële analyse worden al deze kostenposten bij elkaar gezet.

E.1.8.1 **Investerings**

Op woningniveau worden de energiegerelateerde investeringen meegenomen. Dit zijn de investeringen van de opwekkingstoestellen voor verwarming en warmtapwater, de zonneboiler, pv-cellen en de meerinvesteringen van het warmte-afgifte systeem (radiatoren, vloerverwarming) en het bouwkundig pakket in de gebouwschil. De meerinvesteringen zijn in rekening gebracht ten opzichte van radiatoren (warmte-afgifte) respectievelijk een referentiepakket bouwkundige maatregelen. Het referentiepakket is voor nieuwbouw en bestaande bouw verschillend.

Van alle investeringen zijn het herinvesteringsinterval, de prijsontwikkeling, het percentage onderhoud en beheer, het percentage kosten projectmanagement en het subsidiepercentage op te geven. Voor elke investering moet worden aangegeven of EIA (energie-investeringsaftrek) van toepassing is. Alle investeringen worden, evenredig met de volbouw van gebouwen, in de jaaroverzichten verrekend. Als een locatie in 5 jaar wordt volgebouwd, wordt dus verondersteld dat elk jaar een-vijfde deel van de investeringen wordt gedaan.

E.1.8.2 **Energierkening**

De energierekening bestaat op woningniveau uit kosten voor aansluitbijdrage, vastrecht en energiegebruik en opbrengsten door op woningniveau geproduceerde elektriciteit. Hoe hoog de kosten en baten zijn is afhankelijk van de energiegebruiken per energiedrager en de energietarieven (inclusief vastrecht en aansluitbijdrage).

Aansluitbijdrage en vastrecht

De kosten voor een aansluiting bestaan uit een eenmalige aansluitbijdrage en een bedrag voor vastrecht per jaar. Per energiedrager zijn de kosten voor de aansluitbijdrage en het vastrecht per aansluiting gegeven. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen een individuele aansluiting op een woning en een collectieve aansluiting op een woongebouw.

Energiegebruik

De kosten voor energiegebruik worden bepaald door het 'gemeten' energiegebruik per energiedrager in triviale eenheden (m³ gas, GJ warmte, kWh elektriciteit) en het energietarief per triviale eenheid (euro/m³, euro/kWh). Het energiegebruik is in een eerder stadium al berekend. Omdat de energierekening wordt gebaseerd op 'gemeten' energiegebruiken wordt het berekende energiegebruik gecorrigeerd voor meetfouten van de energiemeter. Alleen voor warmte zijn deze zogenaamde slipverliezen relevant. Voor gas en elektriciteit zijn de meetfouten niet opgenomen, voor warmte zijn deze default op nul gesteld.

Elektriciteitsproductie

De op de woning geproduceerde elektriciteit wordt in zijn geheel aan het elektriciteitsnet geleverd. Deze teruggeleverde elektriciteit heeft een ander tarief dan de gebruikte elektriciteit.

E.2 Energiedistributie energiezone

E.2.1 Energiedragers

In OEI worden energieverliezen, kosten en baten verrekend voor distributie van gas, elektriciteit en warmte. Voor biomassa en afval worden de distributieverliezen (bv verlies bij transport) verondersteld op 0%.

E.2.2 Energiestromen door energievraag

In OEI leveren de distributienetten voor gas, elektriciteit en/of warmte niet alleen energie aan de gebouwen, maar ook elektriciteit aan openbare verlichting en bemaling. De som van de energievraag per drager van gebouwen en openbare functies is bepalend voor de grootte van deze energiestromen. Dit is de te leveren energievraag.

Door distributie treden verliezen op, waardoor de energievraag van de distributieleidingen hoger zal zijn dan de bovengenoemde vraag.

Op basis van de te leveren energie en de distributieverliezen kan de energievraag van de distributienetten worden berekend.

E.2.2.1 Te leveren energie

Gebouwen

Per energiezone wordt de berekende energievraag van alle gebouwen per energiedrager gesommeerd.

Openbare verlichting en bemaling

Per woning wordt hieraan, vergelijkbaar met EPL, een jaarlijks elektriciteitsverbruik van 0,54 GJ_e (150 kWh) per woning voor openbare verlichting en bemaling toegevoegd.

E.2.2.2 Distributieverliezen

Gas

De verliezen door gasdistributie worden als volgt berekend:

$$\langle 8 \rangle \quad V_{GD} = \left(\frac{1}{\eta_{GD}} - 1 \right) * E_{GW} \quad [GJ]$$

met:

V_{GD} = verlies gasdistributie [GJ]

E_{GW} = gasvraag gebouwen [GJ]

η_{GD} = rendement gasdistributie (in OEI wordt hiervoor 100% aangehouden) [-]

Elektriciteit

In OEI is het distributierendement voor elektriciteit de combinatie van het secundaire rendement binnen de energiezone (onder andere LS-netten) en het rendement van de nettrafo's (MS/LS). Deze rendementen zijn als vast kental in OEI opgenomen. De verliezen door elektriciteitsdistributie worden als volgt berekend:

$$\langle 9 \rangle \quad V_{ED} = \left(\frac{1}{\eta_{ED,secundair} * \eta_{ED,nettrafo}} - 1 \right) * E_{EW} \quad [GJ]$$

met:

V_{ED} = verlies elektriciteitsdistributie [GJ]

E_{EW} = elektriciteitsvraag gebouwen en openbare verlichting en bemaling [GJ]

$\eta_{ED,secundair}$ = secundair rendement elektriciteitsdistributie binnen energiezone (OEI3: 98,0%) [-]

$\eta_{ED,nettrafo}$ = rendement nettrafo's (OEI3: 97,3%) [-]

Warmte

Voor het berekenen van het rendement van warmtedistributie is een aparte rekenmodule opgenomen. Dit rendement is afhankelijk gesteld van de leidinglengte van het warmtedistributienet en van de warmteverliezen per meter leiding. De tracélengte wordt berekend op basis van de bebouwingsdichtheid en de warmteverliezen per meter leiding op basis van de temperatuur van de aangevoerde warmte. De combinatie van de twee levert het verlies door distributie van warmte.

De lengte van het distributienet wordt berekend met de volgende formule:

$$\langle 10 \rangle \quad L_{WD} = x / (N/A) \quad [m]$$

met:

L_{WD}	= leidinglengte warmtedistributie	[m]
x	= kental leidinglengte (OEI3: 30 meter/(aansl/ha)	[m/(aansl/ha)]
N	= aantal gebouwen binnen de energiezone aangesloten op het netwerk	[-]
A	= oppervlakte energiezone	[ha]

De lengte van het warmtenet is minimaal 100 meter per hectare en maximaal 500 meter per hectare (overschrijfbaar).

Het warmteverlies door warmtedistributie binnen een energiezone wordt berekend op basis van de volgende formule:

$$\langle 11 \rangle \quad V_{WD} = H * (T_{WD} - T_{grond}) * L_{WD} * 8760 * 3600 / 1.000.000 \quad [MJ]$$

met:

V_{WD}	= verlies warmtedistributie	[GJ]
H	= warmteafgifte leidingen (OEI3: 0,5; overschrijfbaar)	[W/m.K]
T_{WD}	= temperatuur distributienet aangevoerde warmte (begrensd tussen 55 °C en 90 °C)	[K]
T_{grond}	= temperatuur grond (OEI3: 10°C; overschrijfbaar)	[K]
L_{WD}	= leidinglengte warmtedistributie	[m]
8760	= uren per jaar	
3600	= seconden in een uur	

E.2.2.3 Energievraag distributieleidingen

De energie die de distributienetten in gaat is de som van de energievraag bij de gebouwen en de verliezen van de distributienetten. De energievraag van de distributienetten wordt als volgt berekend:

$$\langle 12 \rangle \quad E_{XD} = E_{XW} + V_{XD} \quad [GJ]$$

met:

E_{XD}	= energievraag energiedrager X van distributienet	[GJ]
E_{XW}	= energievraag energiedrager X van gebouwen en openbare verlichting en bemaling	[GJ]
V_{XD}	= verlies energiedrager X in distributienetwerk	[GJ]

E.2.3 Aansluitwaarde distributienet

Voor dimensionering van het distributienet en voor berekening van de aan te leveren vermogens van productiemiddelen op een hoger schaalniveau worden de aansluitbijdragen voor de gebouwen doorberekend. Van belang bij deze berekening zijn de gelijktijdigheidsfactoren per energiedrager en de gelijktijdigheidsfactoren van de ruimteverwarming, warmtapwaterbereiding, kookgas en elektriciteitsverbruik in de gebouwen.

Om de aansluitwaarde per energiedrager te berekenen worden de hierboven aangegeven aansluitvermogens per energiedrager (verwarming, warmtapwater, koken, elektriciteit) bij elkaar gezet. De totale aansluitwaarde van de distributienetten per energiedrager is op de volgende manier afhankelijk van deze vermogens:

<13>
$$ASW_{\text{gas,distr}} = P_{\text{verwarming}} + \sqrt{N} * P_{\text{warmtapwater}} + GTF_{\text{kookgas}} * P_{\text{kookgas}}$$
 [kW]

<14>
$$ASW_{\text{elek,distr}} = P_{\text{verwarming}} + \sqrt{N} * P_{\text{warmtapwater}} + GTF_{\text{elek,overig}} * P_{\text{elek,overig}}$$
 [kW]

<15> [kW]

met:

$AW_{\text{gas,distr}}$ = aansluitwaarde distributienet gas [kW]

$AW_{\text{elek,distr}}$ = aansluitwaarde distributienet elektriciteit [kW]

$AW_{\text{w,distr}}$ = aansluitwaarde distributienet warmte [kW]

$P_{\text{verwarming}}$ = opgenomen vermogen toestel verwarming [kW]

$P_{\text{warmtapwater}}$ = opgenomen vermogen toestel warmtapwaterbereiding [kW]

N = aantal woningen per toestel warmtapwaterbereiding [-]

P_{kookgas} = aansluitwaarde gaskoken [kW]

GTF_{kookgas} = gelijktijdigheidsfactor gaskoken (OEI3: 0,10) [-]

$P_{\text{elek, overig}}$ = aansluitwaarde overig elektriciteitsverbruik [kW]

$GTF_{\text{elek,overig}}$ = gelijktijdigheidsfactor overig elektriciteitsverbruik (OEI3: 0,20) [-]

E.2.4 Energiestromen door elektriciteitproductie gebouwen

De energiestroom door elektriciteitsproductie op woningniveau wordt in zijn geheel aan de rand van de energiezone geëxporteerd. Door distributieverliezen gaat een deel van de geproduceerde elektriciteit verloren.

E.2.4.1 Elektriciteitproductie gebouwen

De elektriciteitsproductie van de gebouwen wordt per energiezone gesommeerd.

E.2.4.2 Distributieverliezen elektriciteitsproductie gebouwen

In OEI is het distributierendement voor elektriciteit de combinatie van het secundaire rendement binnen de energiezone (onder andere LS-netten) en het rendement van de nettrafo's (MS/LS) (zie ook E.2.2.2). Het verlies door elektriciteitsdistributie als gevolg van elektriciteitsproductie wordt als volgt berekend:

<16>
$$V_{\text{ED,PW}} = (1 - \eta_{\text{ED,secundair}} * \eta_{\text{ED,nettrafo}}) * E_{\text{EW,PW}}$$
 [GJ]

met:

$V_{\text{ED,PW}}$ = verlies elektriciteitsdistributie door elektriciteitsproductie gebouwen [GJ]

$E_{\text{EW,PW}}$ = elektriciteitsproductie gebouwen [GJ]

$\eta_{\text{ED,secundair}}$ = secundair rendement elektriciteitsdistributie binnen energiezone (OEI3: 98,0%) [-]

$\eta_{\text{ED,nettrafo}}$ = rendement nettrafo's (OEI3: 97,3%) [-]

E.2.4.3 Export elektriciteit gebouwen

De uit de energiezone te exporteren elektriciteit door elektriciteitsproductie van de gebouwen wordt als volgt berekend:

<17>
$$E_{\text{ED,PW}} = E_{\text{EW,PW}} - V_{\text{ED,PW}}$$
 [GJ]

met:

$E_{\text{ED,PW}}$ = export elektriciteitsproductie gebouwen aan de rand van de energiezone [GJ]

$E_{\text{EW,PW}}$ = elektriciteitsproductie gebouwen [GJ]

$V_{\text{ED,PW}}$ = verlies distributie elektriciteitsproductie gebouwen [GJ]

E.2.5 Financiën

De kosten en baten van energiedistributie worden voor de energiedragers gas, elektriciteit en warmte afzonderlijk berekend. Voor distributie zijn investeringen en inkoop en verkoop van energie de belangrijke kosten en baten. Deze posten worden hieronder beschreven. In de financiële analyse worden deze posten op eenzelfde manier verrekend als overige financiële posten in het model.

E.2.5.1 Investerings

De investeringen in distributieleidingen zijn van vele parameters afhankelijk. De investering in een warmtedistributienetwerk zal aanzienlijk hoger zijn als deze apart moeten worden aangelegd dan wanneer deze samen met de waterleiding en het elektriciteitsnetwerk kan worden aangelegd. In het model zijn de kentallen die zijn gebruikt voor een inschatting van de investeringen daarom als overschrijfbaar kental opgenomen. Als de gebruiker gegevens ter beschikking heeft die beter passen bij de werkelijke situatie kunnen deze gegevens worden aangepast. Voor de drie energiedragers wordt beschreven hoe de investeringen in het model worden uitgerekend. De gegevens zijn ontleend aan [11].

Gasdistributie

De investeringen in het gasdistributienetwerk van een energiezone worden bepaald door de investeringen in distributieleidingen en in verdeelstations.

De lengte van de gasleidingen en een kengetal voor de investeringen per meter gasleiding bepalen de investeringen in de distributieleidingen. De lengte van de gasleidingen is afhankelijk gesteld van het aantal gebouwen met een gasaansluiting.

$$\langle 18 \rangle \quad I_{G,D} = i_{G,D} * n_G * L_{G,D} \quad [\text{euro}]$$

met:

$$I_{G,D} \quad = \text{investering leidingen gasdistributie} \quad [\text{euro}]$$

$$i_{G,D} \quad = \text{kengetal investering leidingen gasdistributie} \quad [\text{euro/m}]$$

(OEI3: 80 euro/m)

$$L_{G,D} \quad = \text{kengetal leidinglengte gasdistributie} \quad [\text{m/won}]$$

(OEI3: 10 m/woning)

$$n_G \quad = \text{aantal gebouwen binnen energiezone met een gasaansluiting} \quad [\text{won}]$$

Het aantal verdeelstations bepaalt de investering. Voor de berekening van het aantal verdeelstations wordt de aansluitwaarde van de gasdistributieleiding bepaald en vergeleken met het vermogen van het verdeelstation. De aansluitwaarde gedeeld door het vermogen levert het aantal verdeelstations, waarbij het aantal verdeelstations altijd naar boven afgerond wordt op een geheel getal.

$$\langle 19 \rangle \quad I_{G,V} = i_{G,V} * \text{geheel.afroonden.naar.boven} \left(\frac{AW_G}{V_{G,V} * c_{G,V}} \right) \quad [\text{euro}]$$

met:

$$I_{G,V} \quad = \text{investering verdeelstations gasdistributie} \quad [\text{euro}]$$

$$i_{G,V} \quad = \text{kengetal investering verdeelstation gasdistributie} \quad [\text{euro/stuk}]$$

(OEI3: 35.000 euro/station)

$$AW_G \quad = \text{aansluitwaarde gasdistributienet} \quad [\text{kW}]$$

$$V_{G,V} \quad = \text{basiswaarde vermogen van een gasverdeelstation} \quad [\text{kW/stuk}]$$

(OEI3: 24.000 kW/station)

$$c_{G,V} \quad = \text{correctiefactor capaciteit vermogen gasverdeelstation} \quad [-]$$

(OEI3: 0,85)

Elektriciteitsdistributie

De investeringen in het elektriciteitsdistributienetwerk van een energiezone worden bepaald door de investeringen in distributieleidingen en in verdeelstations.

De lengte van de elektriciteitsleidingen en een kengetal voor de investeringen per meter elektriciteitsleiding bepalen de investeringen in de distributieleidingen. De lengte van de

elektriciteitsleidingen is afhankelijk gesteld van het aantal gebouwen met een elektriciteitsaansluiting.

$$\langle 20 \rangle \quad I_{E,D} = i_{E,D} * n_E * L_{E,D} \quad [\text{euro}]$$

met:

$I_{E,D}$ = investering leidingen elektriciteitsdistributie [euro]

$i_{E,D}$ = kengetal investering leidingen elektriciteitsdistributie (OEI3: 15 euro/m) [euro/m]

$L_{E,D}$ = kengetal leidinglengte elektriciteitsdistributie (OEI3: 10 m/woning) [m/won]

n_E = aantal gebouwen binnen energiezone met een elektriciteitsaansluiting [won]

Het aantal verdeelstations bepaalt de investering. Voor de berekening van het aantal verdeelstations wordt de aansluitwaarde van de distributieleiding voor elektriciteit (<14>) bepaald en vergeleken met het vermogen van het verdeelstation. De aansluitwaarde gedeeld door het vermogen levert het aantal verdeelstations, waarbij het aantal verdeelstations altijd naar boven afgerond wordt op een geheel getal.

$$\langle 21 \rangle \quad I_{E,V} = i_{E,V} * \text{geheel.afronden.naar.boven} \left(\frac{AW_E}{V_{E,V} * C_{E,V}} \right) \quad [\text{euro}]$$

met:

$I_{E,V}$ = investering verdeelstations elektriciteitsdistributie [euro]

$i_{E,V}$ = kengetal investering verdeelstation elektriciteitsdistributie (OEI3: 40.000 euro/station) [euro/stuk]

AW_E = aansluitwaarde elektriciteitsdistributienet [kW]

$V_{E,V}$ = basiswaarde vermogen van een elektriciteitsverdeelstation (OEI3: 500 kW/station) [kW/stuk]

$C_{E,V}$ = correctiefactor capaciteit vermogen elektriciteitsverdeelstation (OEI3: 0,55) [-]

Warmtedistributie

Voor de investering van het warmtedistributienet worden kengetallen gebruikt die alleen uit gaan van de leidinglengte en van een kengetal voor de investering per meter leiding. De leidinglengte van het warmtedistributienetwerk is al eerder berekend voor de verrekking van de distributieverliezen van warmte (zie formule <10>). Met onderstaande formule is de investering in het warmtedistributienetwerk te berekenen.

$$\langle 22 \rangle \quad I_{WD} = L_{WD} * i_{WD} \quad [\text{euro}]$$

met:

I_{WD} = investering netwerk warmtedistributie [euro]

L_{WD} = leidinglengte warmtedistributie [m]

i_{WD} = kengetal investering warmtedistributieleidingen (OEI3: 500 euro/m voor HT en LT warmte, 250 euro/m voor ZLT warmte) [euro/m]

E.2.5.2 Herinvestering, prijsontwikkeling, subsidies, onderhoud en beheer, EIA

Van alle investeringen zijn het herinvesteringsinterval, de prijsontwikkeling, het percentage onderhoud en beheer, het percentage kosten projectmanagement en het subsidiepercentage op te geven. Voor elke investering kan worden aangegeven of de EIA van toepassing is. Alle investeringen worden, evenredig met de volbouw van gebouwen (voor nieuwbouw), in de jaaroverzichten verrekend.

E.2.5.3 Energierekening

De energierekening voor distributieleidingen wordt per energiedrager opgemaakt. Bepalend voor de opbrengsten in de energierekening zijn de inkomsten afkomstig van het woningniveau. Dit is

de energierekening voor woningniveau die al eerder is beschreven in E.1.8.2. Het betreft de eenmalige aansluitbijdrage, het jaarlijkse vastrecht en de verkoop van energie.

Bepalend voor de kostenkant is de energie die ingekocht wordt van buiten de locatie. Bij de inkoop van energie wordt in OEI alleen uitgegaan van een energietarief en niet van een aansluitbijdrage en vastrecht. Alle kosten voor de energieaansluitingen zijn dus in het energietarief opgenomen.

Aansluitbijdrage, vastrecht en energietarief worden per energiedrager verrekend.

Aansluitbijdrage

De aansluitbijdrage is een eenmalige bijdrage die de investeerder op woningniveau aan de investeerder op distributieniveau betaalt. De aansluitbijdrage wordt in het model evenredig met de volbouw van de energiezone en per aansluiting verrekend. De hoogte van de aansluitbijdrage verschilt voor woning en woongebouw en is verder afhankelijk van het type energiedrager.

Vastrecht

Per aansluiting van woning en woongebouw wordt jaarlijks vastrecht verrekend aan de investeerder van het distributienetwerk. De hoogte van het vastrecht verschilt voor woning en woongebouw en per energiedrager.

Energiegebruik

De inkoop van energie wordt bepaald door de energievraag van de distributienetwerken. De hoogte van deze energiestromen is uitgerekend volgens de rekenregels in E.2.2.3. Inkomsten worden berekend door deze berekende verbruiken om te zetten naar triviale eenheden (m³ gas, kWh elektriciteit, etc.) en te koppelen aan de tarieven die in de kentallen (overschrijfbaar) per energiedrager zijn opgenomen voor de inkoop van energie voor het distributienetwerk.

De verkoop van energie is afhankelijk van het gemeten energiegebruik van de gebouwen en de bijbehorende energietarieven per energiedrager (E.1.8.2). Op distributieniveau wordt de energieverkoop per energiedrager beschouwd.

Energieproductie

De elektriciteit die op of in de woning wordt geproduceerd en wordt geëxporteerd wordt omgekeerd verrekend. Van de woning wordt de geproduceerde elektriciteit ingekocht en aan de rand van het distributienetwerk weer verkocht. Bepalend zijn de berekende energiestromen en de terugleververgoedingen.

E.3 Warmteproductie energiezone

Op energiezonenniveau kan in het model worden gekozen voor de plaats van het warmteproductiemiddel. Eén van die plaatsen is warmteproductie op energiezonenniveau. Dit productiemiddel staat modelmatig op de rand van de energiezone. Brandstof van buiten de locatie wordt omgezet in warmte die vervolgens wordt aangeboden aan het warmtedistributienetwerk. Er zijn verschillende productiemiddelen gedefinieerd. De geproduceerde warmte kan in twee temperatuurniveaus worden geleverd. Als restproduct kan in een aantal gevallen ook elektriciteit of koude worden geproduceerd. Elektriciteit wordt geëxporteerd en koude wordt verkocht aan utiliteit met koudevraag (indien aanwezig).

E.3.1 Collectieve toestellen opwekking warmte

Op energiezonenniveau wordt de plaats bepaald voor de plaats van het warmteproductiemiddel. Op deze plaats wordt niet alleen de keuze voor het productiemiddel op energiezonenniveau bepaald, maar kan ook worden aangegeven of warmteproductie buiten de locatie of op woningniveau plaatsvindt.

Bij keuze voor het warmteproductiemiddel op de energiezone zijn verschillende productiemiddelen of combinaties van productiemiddelen als installatieconcept mogelijk. Bij een installatieconcept wordt een combinatie van een basistoestel en een piektoestel gedefinieerd. De basistoestel verzorgt het basisniveau van de verwarming met een hoge warmtedekkingsgraad en een lage aansluitfractie. De piektoestel wordt alleen ingezet bij piekbelasting en heeft meestal een lage warmtedekkingsgraad en een hogere aansluitfractie. Als piektoestel wordt vaak een HR-ketel ingezet. Voor de basis- en piektoestel zijn afzonderlijk kentallen in OEI opgenomen.

Naast verschillen in kosten en rendementen voor productie van warmte zijn ook de typen energiedrager die als brandstof worden gebruikt en de geleverde energiedragers verschillend. Voor brandstof is keuze uit gas (en dan een keuze voor verschillende gassoorten), elektriciteit en biomassa. Als geproduceerde primaire energiedrager kan worden gekozen voor warmte van hoge

temperatuur (HT – 90 °C) en warmte van lage temperatuur (LT – 55 °C). Als secundaire energiedrager (restproduct) wordt door een aantal productiemiddelen elektriciteit of koude geproduceerd.

Bij keuze voor een toestel dat warmte van hoge temperatuur produceert kan op woningniveau geen warmteproductiemiddel meer gekozen worden. Bij keuze voor een toestel dat warmte met lage temperatuur produceert moet op woningniveau nog worden gekozen voor een productiemiddel voor warmtapwaterbereiding.

E.3.2 Energiedragers

Te leveren energiedragers

De te potentieel leveren energiedragers zijn warmte van hoge temperatuur, warmte van lage temperatuur, elektriciteit en koude.

Geproduceerde warmte van hoge temperatuur (HT, 90 °C) wordt aan het distributienetwerk aangeleverd. Door de hoge temperatuur zijn de warmteverliezen relatief hoog. Het temperatuurniveau is hoog genoeg voor ruimteverwarming en verwarming van tapwater. Op woningniveau hoeft daarom geen warmteproductiemiddel meer geselecteerd te worden.

Geproduceerde warmte van lage temperatuur (MT, 55 °C) wordt aan het distributienetwerk aangeleverd. Door de lage temperatuur zijn de warmteverliezen relatief laag. Dit temperatuurniveau is te laag voor gebruik voor verwarming van tapwater. Op woningniveau moet een toestel voor warmtapwaterbereiding worden gekozen.

Bij keuze voor warmtekracht zonder koppeling met een warmtepomp op energiezonesniveau wordt ook elektriciteit geleverd. In het model wordt de geproduceerde elektriciteit geëxporteerd naar buiten de locatie. Omdat het productiemiddel verondersteld wordt aan de rand van de energiezone te staan, worden geen distributieverliezen voor elektriciteit gerekend.

Het installatieconcept waarin warmtekracht en elektrische warmtepomp zijn gecombineerd is zodanig gedimensioneerd dat de geproduceerde elektriciteit wordt gebruikt als brandstof voor de elektrische warmtepomp. Hierbij wordt daarom geen elektriciteit geëxporteerd.

De productie van koude betekent een extra mogelijkheid om het productiemiddel financieel beter haalbaar te maken. Voorwaarde is dat er koudevraag bij utiliteit gedefinieerd is.

Brandstof

Als brandstof van de te selecteren productiemiddelen zijn de energiedragers gas, elektriciteit en biomassa mogelijk. Deze energiedragers worden ingekocht van buiten de locatie.

E.3.3 Energiestromen warmteproductiemiddel energiezone

Bepalend voor de berekening van de energiestromen en van de dimensionering van het productiemiddel is de warmtevraag van het warmtedistributienetwerk als gevolg van de warmtevraag in de gebouwen. Dit is de te leveren energie. Als gevolg hiervan worden de energievraag van het warmteproductiemiddel en de aansluitwaarde van de basistoestel en de piektoestel berekend.

De productie van elektriciteit en koude wordt apart behandeld.

E.3.3.1 Te leveren energie

De warmtevraag van het warmtedistributienetwerk bepaalt de te leveren warmte van het warmteproductiemiddel op energiezonesniveau. Deze energievraag is uitgerekend in E.2.2.3.

E.3.3.2 Energievraag warmteproductiemiddel

Op basis van deze energievraag, de warmtegedekkingsgraad en het opwekkingsrendement wordt de energievraag van het opwekkingstoestel uitgerekend. Deze vraag wordt meteen aan de energiedrager toegeschreven, afhankelijk van de brandstof die in de basistoestel of in de piektoestel gaat.

$$\langle 23 \rangle \quad E_{PM} = E_{WD} * \left(\frac{WD_{piek}}{\eta_{w,piek}} + \frac{WD_{basis}}{\eta_{w,basis}} \right) \quad [G]$$

met:

E_{PM} = energievraag productiemiddel [G]

E_{WD} = energievraag warmtedistributienetwerk [G]

WD_{piek} = warmtegedekkingsgraad piektoestel [-]

WD_{basis}	=	warmtebedekkingsgraad basistoestel	[-]
$\eta_{w,peik}$	=	opwekkingsrendement warmte piektoestel	[-]
$\eta_{w,basis}$	=	opwekkingsrendement warmte basistoestel	[-]

De gegevens voor de warmtebedekkingsgraad zijn te vinden in de tabel met kentallen van opwekkingstoestellen voor energiezonesniveau. De rendementen van de piek- en basistoestellen zijn daarin ook aangegeven. Voor een aantal productiemiddelen als basistoestel is het rendement afhankelijk van de schaalgrootte en zijn rendementen afhankelijk gesteld van het thermisch vermogen van het opwekkingstoestel:

$$<24> \quad \eta_W = \eta_{W,const} + \eta_{W,corr} * AW_{PM} \quad [-]$$

met:

$\eta_{th=Nw}$	=	thermisch opwekkingsrendement	[-]
$\eta_{th,const}$	=	constante in thermisch opwekkingsrendement	[-]
$\eta_{th,corr}$	=	correctiefactor thermisch opwekkingsrendement	[1/kW]
AW_{PM_spec}	=	aansluitwaarde binnen geldigheidsgebied	[kW]

Het geldigheidsgebied van relatie <24> kent een onder- en een bovengrens, die toestelafhankelijk is.

$$<25> \quad AW_{PM_spec} = \min (AW_{PM,bovengrens} ; \max (AW_{PM} ; AW_{PM,ondergrens})) \quad [-]$$

E.3.3.3 Aansluitwaarde

De aansluitwaarde van het warmteproductiemiddel wordt berekend op basis van het te leveren warmtevermogen aan het distributienetwerk. Deze waarde is berekend in formule <15>. Afhankelijk van de aansluitfractie wordt dit gevraagde vermogen toegeschreven aan de te leveren vermogens van de piektoestel en de basistoestel. Het opwekkingsrendement is vervolgens bepalend voor het benodigde ingangsvermogen van de productiemiddelen:

$$<26> \quad AW_{PM} = \frac{AF_{PM} * AW_{WD}}{\eta_W} \quad [-]$$

met:

AW_{PM}	=	aansluitwaarde productiemiddel	[kW]
AF_{PM}	=	aansluitfractie productiemiddel	[kW]
AW_{WD}	=	aansluitwaarde warmte distributienetwerk	[kW]
η_w	=	opwekkingsrendement warmte	[-]

E.3.3.4 Restproductie elektriciteit en koude

Afhankelijk van het gekozen warmteproductiemiddel kan de basistoestel elektriciteit of koude produceren. De hoeveelheid geproduceerde elektriciteit en/of koude wordt berekend op basis van de berekende energievraag van de basistoestel. De energievraag is al berekend in E.3.3.2, maar hierin is de energievraag voor de piek- en basistoestel bij elkaar gezet. Hieronder staat de formule voor berekening van de energievraag van de basistoestel:

$$<27> \quad E_{PM,basis} = E_{WD} * \frac{WD_{basis}}{\eta_{w,basis}} \quad [GJ]$$

met:

$E_{PM,basis}$	=	energievraag basistoestel productiemiddel	[GJ]
E_{WD}	=	energievraag warmtedistributienetwerk	[GJ]
WD_{basis}	=	warmtebedekkingsgraad basistoestel	[-]
$\eta_{w,basis}$	=	opwekkingsrendement warmte basistoestel	[-]

Export elektriciteit

De hoeveelheid elektriciteit die het warmteproductiemiddel produceert is te berekenen met de volgende formule:

$$<28> \quad E_{E,PM,basis} = E_{PM,basis} * \eta_{E,PM,basis} \quad [GJ]$$

met:

$$E_{E,PM,basis} = \text{elektriciteitsproductie basistoestel productiemiddel} \quad [GJ]$$

$$E_{PM,basis} = \text{energievraag basistoestel productiemiddel} \quad [GJ]$$

$$\eta_{E,PM,basis} = \text{opwekkingsrendement elektriciteit basistoestel productiemiddel, volgens <29>} \quad [-]$$

$$<29> \quad \eta_{elek} = \eta_{elek, const} + \eta_{elek, corr} * \ln(AW_{PM_spec}) \quad [-]$$

met:

$$\eta_{elek} = \text{elektrisch opwekkingsrendement} \quad [-]$$

$$\eta_{elek, const} = \text{constante in elektrisch opwekkingsrendement} \quad [-]$$

$$\eta_{elek, corr} = \text{correctiefactor elektrisch opwekkingsrendement} \quad [1/kW]$$

$$AW_{PM_spec} = \text{aansluitwaarde binnen geldigheidsgebied (zie <25>)} \quad [kW]$$

E.3.4 Emissies

De emissies CO₂ en NO_x van het warmteproductiemiddel op de energiezone worden berekend op basis van het energiegebruik van het productiemiddel en het kengetal voor emissie per GJ_{in}. Het betreft alleen de GJ_{in} van de primaire energiedragers gas en biomassa. Van beide energiedragers zijn meerdere soorten te kiezen. Het kengetal voor berekening van de emissie CO₂ is gekoppeld aan de primaire energiedrager. Het kengetal voor NO_x is gekoppeld aan het productiemiddel. In de invoer is aan te geven of moet worden gerekend met de low-NO_x uitvoering van het productiemiddel. Deze kengetallen zijn overschrijfbaar.

Voor CO₂-emissie wordt de volgende formule gebruikt:

$$<30> \quad CO_{2,PM} = E_{prim,X,PM} * co_{2,prim,X} \quad [kg]$$

met:

$$CO_{2,PM} = \text{CO}_2\text{-emissie productiemiddel} \quad [kg]$$

$$E_{prim,X,PM} = \text{energievraag primaire energiedrager x van het productiemiddel} \quad [GJ_{in}]$$

$$co_{2,prim,X} = \text{kengetal CO}_2\text{-emissie van de primaire energiedrager} \quad [kg/GJ_{in}]$$

Voor de berekening van de emissie van NO_x wordt de volgende formule gebruikt:

$$<31> \quad NO_{x,PM} = E_{prim,X,PM} * no_{x,PM} \quad [g]$$

met:

$$NO_{x,PM} = \text{NO}_x\text{-emissie productiemiddel} \quad [kg]$$

$$E_{prim,X,PM} = \text{energievraag primaire energiedrager x van het productiemiddel} \quad [GJ_{in}]$$

$$no_{x,PM} = \text{kengetal NO}_x\text{-emissie van het productiemiddel} \quad [g/GJ_{in}]$$

E.3.5 Financiën

De relevante kosten en baten voor het warmteproductiemiddel op de energiezone zijn de investeringen van belang, de inkoopkosten van energie en de verkoopkosten van energie. Voor warmteproductiemiddelen kan per energiezone een investeerder gedefinieerd worden.

E.3.5.1 Investerings

De investering in het warmteproductiemiddel wordt berekend op basis van drie kengetallen die als overschrijfbaar kental in OEI zijn opgenomen. Het warmteproductiemiddel is mogelijk een

combinatie van meerdere toestellen. Een voorbeeld hiervan is de combinatie van warmtekracht als basistoestel en een HR-ketel als piektoestel. De berekende investering geldt dus voor de combinatie van toestellen en niet voor één van de toestellen. De drie kengetallen geven de hoogte van de investering per woning en per kW thermisch vermogen. Het benodigde vermogen als gevolg van de aansluitwaarde van het warmtedistributienetwerk wordt nog getoetst aan een onder- en bovengrens van beschikbare vermogens in het betreffende warmteproductiemiddel. De investeringen per kW thermisch vermogen zijn op die manier afgegrensd. De specifieke investering per kW wordt wel vermenigvuldigd met het "echte" benodigde vermogen.

De investering wordt als volgt berekend:

$$<32> \quad I_{PM,EZ} = won * I_{PM,won} + AW_W * I_{PM,kW} \quad [\text{euro}]$$

$$<33> \quad I_{PM,kW} = I_{PM,b} * \Phi_{th}^{I_{PM,c}} \quad [\text{euro/kW}_{th}]$$

$$<34> \quad \Phi_{th} = \min(\Phi_{th,bovengrens}; \max(AW_W; \Phi_{th,ondergrens})) \quad [\text{euro}]$$

met:

$I_{PM,EZ}$ = investering warmteproductiemiddel [euro]

$I_{PM,won}$ = kental a investering warmteproductiemiddel [euro/won]

$I_{PM,kW}$ = kental investering warmteproductiemiddel per kW_{th} [euro/ kW_{th}]

$I_{PM,b}$ = kental b investering warmteproductiemiddel [euro/ kW_{th}]

$I_{PM,c}$ = kental c investering warmteproductiemiddel [euro/ kW_{th}]

won = aantal gebouwen aangesloten op het warmteproductiemiddel [won]

AW_W = aansluitwaarde distributienetwerk warmte [kW]

Φ_{th} = thermisch vermogen productiemiddel [kW_n]

$\Phi_{th,ondergrens}$ = ondergrens thermisch vermogen productiemiddel [kW]

$\Phi_{th,bovengrens}$ = bovengrens thermisch vermogen productiemiddel [kW]

E.3.5.2 Herinvestering, prijsontwikkeling, subsidies, onderhoud en beheer, EIA

Van alle investeringen zijn het herinvesteringsinterval, de prijsontwikkeling, het percentage onderhoud en beheer, het percentage kosten projectmanagement en het subsidiepercentage op te geven. Voor elke investering moet worden aangegeven of de regelingen van EIA, Vamil en EINP van toepassing zijn. Alle investeringen worden evenredig met de volbouw van gebouwen in de jaaroverzichten verrekend.

E.3.5.3 Energierekening

De energierekening voor het warmteproductiemiddel bestaat uit kosten voor aansluitbijdrage, vastrecht en energiegebruik en opbrengsten door productie van elektriciteit of koude. Hoe hoog de kosten en baten zijn, is afhankelijk van de energiegebruiken per energiedrager en de energietarieven die gelden voor het warmteproductiemiddel.

Aansluitbijdrage en vastrecht

De kosten voor een aansluiting bestaan uit een eenmalige aansluitbijdrage en een bedrag voor vastrecht per jaar. Per energiedrager zijn de kosten voor de aansluitbijdrage en het vastrecht per aansluiting gegeven.

Energiegebruik

De kosten voor energiegebruik worden bepaald door het energiegebruik per energiedrager in triviale eenheden (m^3 gas, GJ warmte, kg biomassa, kWh elektriciteit) en het energietarief per triviale eenheid. Het energiegebruik van het warmteproductiemiddel is berekend in E.3.3.2. Deze energiestromen zijn berekend in GJ en moeten nog worden omgerekend naar de triviale eenheden. Daarvoor worden de omrekeningsfactoren gebruikt die per energiedrager zijn gegeven.

Geproduceerde elektriciteit en koude

De geproduceerde elektriciteit wordt in zijn geheel aan het elektriciteitsnet geleverd. Deze teruggeleverde elektriciteit wordt verrekend met het tarief voor teruggeleverde elektriciteit.

De geproduceerde koude wordt geleverd aan utiliteit met koudevraag. De koudevraag van utiliteit moet in het model worden ingevoerd. De volgende hoeveelheid koude wordt in rekening gebracht tegen het tarief dat in het model per GJ is opgenomen:

$$<35> \quad K_{PM,euro} = \min(K_{PM,EZ}; KV_{UT}) \quad [\text{GJ}]$$

met:

$K_{PM,euro}$ = verrekende koude productiemiddel [GJ]

$K_{PM,EZ}$	= geleverde koude productiemiddel	[GJ]
KV_{UT}	= koudevraag utiliteit	[GJ]

E.4 Energiegebruik rand energiezone

E.4.1 Energievraag rand energiezone

E.4.1.1 Gas

De gasvraag aan de rand van de energiezone is de gasvraag van het gasdistributienetwerk (E.2.2.3; gesommeerde gasvraag van de gebouwen per energiezone inclusief distributieverliezen) plus de gasvraag van het warmteproductiemiddel (E.3.3.2).

E.4.1.2 Elektriciteit

De elektriciteitsvraag aan de rand van de energiezone is de elektriciteitsvraag van het elektriciteitsdistributienetwerk (E.2.2.3; gesommeerde elektriciteitsvraag van de gebouwen per energiezone inclusief distributieverliezen) plus de elektriciteitsvraag van het warmteproductiemiddel (E.3.3.2).

E.4.1.3 Warmte

De warmtevraag aan de rand van de energiezone is de warmtevraag van het warmtedistributienetwerk (E.2.2.3; gesommeerde warmtevraag van de gebouwen per energiezone inclusief distributieverliezen) als het warmteproductiemiddel zich buiten de energiezone bevindt. Als het warmteproductiemiddel binnen de energiezone staat is de warmtevraag van de energiezone nul.

E.4.1.4 Biomassa

De energiezone heeft alleen biomassavraag als is gekozen voor een warmteproductiemiddel op energiezonenniveau met biomassa als brandstof (E.3.3.2).

E.4.2 Geproduceerde elektriciteit/koude aan rand energiezone

De te exporteren hoeveelheid elektriciteit aan de rand van de energiezone is de te exporteren hoeveelheid elektriciteit van het elektriciteitsdistributienetwerk (E.2.4.3; gesommeerde elektriciteitsproductie van de gebouwen per energiezone inclusief distributieverliezen) plus de elektriciteitsproductie van het warmteproductiemiddel (E.3.3.4).

Eventueel door het productiemiddel op energiezonenniveau geproduceerde koude wordt niet geëxporteerd. De geproduceerde koude aan de rand van de energiezone is daarom altijd nul. Verondersteld wordt dat de koude binnen de energiezone wordt afgezet.

E.5 Energietransport buiten plangebied

E.5.1 Energiedragers

Alle energiedragers waarvoor in de energiezone vraag is worden naar de energiezone getransporteerd. Het gaat over gas (meerdere gassoorten mogelijk), elektriciteit, warmte en biomassa.

Op de energiezone geproduceerde elektriciteit wordt verder geëxporteerd om het vermeden primaire energiegebruik als gevolg van deze elektriciteitsproductie te kunnen berekenen.

E.5.2 Energiestromen door energievraag energiezones

E.5.2.1 Te leveren energie

Basis voor de te leveren energie van de transportleidingen is de energievraag aan de rand van de energiezone E.4.1.

E.5.2.2 Transportverliezen

Gas

De verliezen door gastransport worden als volgt berekend:

$$\langle 36 \rangle \quad V_{GT} = \left(\frac{1}{\eta_{GT}} - 1 \right) * E_{GEZ} \quad [GJ]$$

met:

V_{GT} = verlies gastransport [GJ]

E_{GEZ} = gasvraag rand energiezone [GJ]

η_{GT} = rendement gastransport
(in OEI3 wordt hiervoor 99,5% aangehouden) [-]

Elektriciteit

In OEI is het transportrendement voor elektriciteit als vast kental in OEI opgenomen. De verliezen door elektriciteitsdistributie worden als volgt berekend:

$$\langle 37 \rangle \quad V_{ET} = \left(\frac{1}{\eta_{ET}} - 1 \right) * E_{EEZ} \quad [GJ]$$

met:

V_{ET} = verlies elektriciteitstransport [GJ]

E_{EEZ} = elektriciteitsvraag rand energiezone [GJ]

η_{ET} = rendement elektriciteitstransport (OEI3: 96,9%) [-]

Warmte

Voor het berekenen van de warmteverliezen door warmtetransport naar de energiezone is een aparte rekenmodule opgenomen. Het warmteverlies van het warmtetransport dat voor rekening van de energiezone komt is afhankelijk van de totale warmteverliezen van de transportleiding en een opgegeven aandeel van deze totale verliezen die voor rekening komen van de energiezone.

Het totale warmteverlies is afhankelijk van de lengte van de warmtetransportleiding en van de warmteverliezen per kilometer leiding. De lengte van de transportleiding moet worden ingevoerd. Het warmteverlies is als kental opgenomen. Hieruit volgt het totale warmteverlies door transport van warmte.

Als er meerdere energiezones binnen de locatie en/of andere locaties op deze warmtetransportleiding zijn aangesloten wordt het totale warmteverlies naar rato van warmtevraag van deze energiezone ten opzicht van de warmtevraag van de andere energiezones en/of locaties verrekend.

De warmteverliezen van het warmtetransportnet dat voor rekening komt van deze locatie kan als volgt worden berekend:

$$\langle 38 \rangle \quad WV_{WT,EZ} = WV_{WT} * \left(\frac{E_{W,EZ}}{E_{W,EZ} + E_{W,EZ,overig} + E_{W,LOC,overig}} \right) \quad [G]$$

met:

$WV_{WT,EZ}$ = warmteverlies warmtetransport energiezone [G]

WV_{WT} = totale warmteverlies warmtetransportleiding [G]

$E_{W,EZ}$ = energievraag warmte van energiezone [G]

$E_{W,EZ,overig}$ = energievraag warmte van overige energiezones van deze locatie [G]

$E_{W,LOC,overig}$ = energievraag warmte van overige locaties [G]

$$\langle 39 \rangle \quad WV_{WT} = WV_{WT} * L_{WT} \quad [G]$$

met:

WV_{WT} = totale warmteverlies warmtetransportleiding [G]

WV_{WT} = kengetal totale warmteverlies warmtetransportleiding [G]/kilometer

L_{WT} = lengte warmtetransportleiding [kilometer]

E.5.2.3 **Energievraag transportleidingen**

De energie die de transportleidingen in gaat is de energievraag aan de rand van de energiezone en het energieverlies van de transportleidingen. De energievraag van de transportleidingen wordt als volgt berekend:

$$\langle 40 \rangle \quad E_{XT} = E_{XD} + V_{XT} \quad [G]$$

met:

E_{XT} = energievraag energiedrager X van de transportleidingen [G]

E_{XD} = energievraag energiedrager X van het distributienetwerk [G]

V_{XT} = verlies energiedrager X in transportleidingen [G]

E.5.3 **Energiestromen door export elektriciteit**

Het aanbod aan elektriciteit aan de rand van de energiezone door elektriciteitsproductie binnen de energiezone, wordt in OEI gebruikt om een 'vermeden primair energiegebruik' te kunnen berekenen. Basis voor de berekening zijn het aanbod aan elektriciteit aan de rand van de energiezone, de transportverliezen van deze elektriciteit naar de elektriciteitsproductiemiddelen en de berekening van het vermeden primaire energiegebruik.

E.5.3.1 **Elektriciteitproductie energiezone**

Het aanbod elektriciteit van de energiezone is berekend in E.4.2.

E.5.3.2 **Distributieverliezen elektriciteitsproductie gebouwen**

In OEI is het transportrendement voor elektriciteit als vast kental in OEI opgenomen. Het verlies door transport van elektriciteit als gevolg van elektriciteitsproductie wordt als volgt berekend:

$$\langle 41 \rangle \quad V_{ET,EXP} = (1 - \eta_{ET}) * E_{EXP,REZ} \quad [G]$$

met:

$V_{ET,EXP}$ = verlies elektriciteitstransport export elektriciteit [G]

$E_{EXP,REZ}$ = export elektriciteit aan rand energiezone [G]

η_{ET} = transportrendement elektriciteitsnet (OEI3: 98,0%) [-]

E.5.3.3 **Export elektriciteit energiezone**

De met elektriciteitsproductiemiddelen te verrekenen geproduceerde elektriciteit uit de energiezone (distributie- en transportverliezen verrekend) wordt als volgt berekend:

$$<42> \quad E_{\text{EXP,EZ}} = E_{\text{EXP,REZ}} - V_{\text{ET,EXP}} \quad [\text{GJ}]$$

met:

$E_{\text{EXP,EZ}}$ = geproduceerde elektriciteit bij elektriciteitsproductiemiddel door export elektriciteitsproductie van de energiezone [GJ]

$E_{\text{EXP,REZ}}$ = export elektriciteitsproductie gebouwen aan de rand van de energiezone [GJ]

$V_{\text{ET,EXP}}$ = verlies elektriciteitstransport export elektriciteit [GJ]

E.5.4 Financiën

De transportleidingen vallen buiten de locatie en worden niet in de financiële beschouwing meegenomen. Deze kosten worden geacht te zijn opgenomen in de leveringstarieven.

E.6 Warmteproductie buiten het plangebied

Op energiezonenniveau kan in het model worden gekozen voor de plaats van het warmteproductiemiddel. Eén van die plaatsen is 'warmteproductie buiten de energiezone'. Warmte wordt buiten de energiezone geproduceerd en via een transportleiding naar de energiezone getransporteerd en vervolgens aangeboden aan het warmtedistributienetwerk. Er zijn verschillende productiemiddelen gedefinieerd. De geproduceerde warmte heeft in het model altijd een hoge temperatuur (90 °C). Als restproduct kan in een aantal gevallen ook elektriciteit worden geproduceerd. Elektriciteit wordt geëxporteerd en gesommeerd met de uit de energiezone geëxporteerde elektriciteit.

E.6.1 Warmteproductiemiddelen

Bij keuze voor het warmteproductiemiddel buiten de energiezone zijn verschillende productiemiddelen of combinaties van productiemiddelen als installatieconcept mogelijk. Bij een installatieconcept wordt een combinatie van een basistoestel en een piektoestel gedefinieerd. Het basistoestel verzorgt het basisniveau van de verwarming met een hoge warmte-dekkingsgraad (deel van de totale warmtevraag die door het toestel wordt gedekt; piek en basis hebben samen een warmte-dekkingsgraad van 100%) en een lage aansluitfractie (deel van de gevraagde aansluitwaarde van de warmte-aansluiting). De piektoestel wordt alleen ingezet bij piekbelasting en heeft meestal een lage warmte-dekkingsgraad en een hogere aansluitfractie. Als piektoestel wordt vaak een HR-ketel ingezet. Voor het basis- en piektoestel zijn afzonderlijk kentallen in OEI opgenomen.

Naast verschillen in rendementen voor productie van warmte zijn ook de typen energiedrager die als brandstof worden gebruikt en de geleverde energiedragers verschillend. Voor brandstof is keuze uit gas (en dan een keuze voor verschillende gassoorten), elektriciteit, biomassa, afval en restwarmte. Naast warmte kan elektriciteit als 'restproduct' worden geproduceerd.

Het warmteproductiemiddel buiten de energiezone wordt per variantberekening bepaald en geldt voor alle energiezones die in de variant zijn gedefinieerd. Op energiezonenniveau wordt in de invoer pas beslist of het gedefinieerde warmteproductiemiddel van buiten de energiezone ook daadwerkelijk voor de betreffende energiezone zal worden gebruikt. Het blijft altijd mogelijk om op energiezonenniveau te kiezen voor warmteproductie op energiezonenniveau en/of woningniveau.

E.6.2 Energiedragers

Geproduceerde energiedragers

De te leveren energiedragers zijn warmte en elektriciteit.

Bij keuze voor warmtekracht zonder koppeling met een warmtepomp op energiezonenniveau wordt ook elektriciteit geleverd. In het model wordt de geproduceerde elektriciteit direct (zonder extra transport- en distributieverliezen) gebruikt voor berekening van het vermeden primair energiegebruik en de vermeden emissies, er vanuitgaande dat deze lokaal geproduceerde elektriciteit direct in het gebouw gebruikt wordt.

Energiedragers brandstof

Als brandstof van de te selecteren productiemiddelen zijn de energiedragers gas, elektriciteit, biomassa, afval en restwarmte mogelijk.

E.6.3 Energiestromen

Bepalend voor de berekening van de energiestromen van het productiemiddel is de warmtevraag van het warmtedistributienetwerk als gevolg van de warmtevraag in de gebouwen.

De productie van elektriciteit wordt apart behandeld.

E.6.3.1 Te leveren energie

De warmtevraag van de warmtetransportleiding bepaalt de te leveren warmte van het warmteproductiemiddel buiten de energiezone. Deze energievraag is uitgerekend in E.5.2.3.

E.6.3.2 Energievraag warmteproductiemiddel

Op basis van deze energievraag, de warmtedekkingsgraad en het opwekkingsrendement wordt de energievraag van het opwekkingstoestel uitgerekend. Deze vraag wordt meteen aan de energiedrager toegeschreven, afhankelijk van de brandstof die in de basistoestel of in de piektoestel gaat.

$$\langle 43 \rangle \quad E_{PM} = E_{WT} * \left(\frac{WD_{piek}}{\eta_{w,piek}} + \frac{WD_{basis}}{\eta_{w,basis}} \right) \quad [G]$$

met:

E_{PM}	= energievraag productiemiddel	[G]
E_{WT}	= energievraag transportleidingen	[G]
WD_{piek}	= warmtedekkingsgraad piektoestel	[-]
WD_{basis}	= warmtedekkingsgraad basistoestel	[-]
$\eta_{w,piek}$	= opwekkingsrendement warmte piektoestel	[-]
$\eta_{w,basis}$	= opwekkingsrendement warmte basistoestel	[-]

De gegevens voor warmtedekkingsgraad zijn te vinden in de tabel met kentallen van opwekkingstoestellen buiten de locatie. De rendementen van de piek- en basistoestellen zijn daarin ook aangegeven.

E.6.3.3 Restproductie elektriciteit

Afhankelijk van het gekozen warmteproductiemiddel kan de basistoestel in het installatieconcept ook elektriciteit produceren. De hoeveelheid geproduceerde elektriciteit wordt berekend op basis van de berekende energievraag van de basistoestel. De energievraag is al berekend in E.6.3.2, maar hierin is de energievraag voor de piek- en basistoestel bij elkaar gezet. Hieronder staat de formule voor berekening van de energievraag van de basistoestel:

$$\langle 44 \rangle \quad E_{PM,basis} = E_{WT} * \frac{WD_{basis}}{\eta_{w,basis}} \quad [G]$$

met:

$E_{PM,basis}$	= energievraag basistoestel productiemiddel	[G]
E_{WT}	= energievraag warmtetransportleiding	[G]
WD_{basis}	= warmtedekkingsgraad basistoestel	[-]
$\eta_{w,basis}$	= opwekkingsrendement warmte basistoestel	[-]

De hoeveelheid elektriciteit die het warmteproductiemiddel produceert is te berekenen met de volgende formule:

$$\langle 45 \rangle \quad E_{E,PM,basis} = E_{PM,basis} * \eta_{E,PM,basis} \quad [G]$$

met:

$E_{E,PM,basis}$	= elektriciteitsproductie basistoestel productiemiddel	[G]
$E_{PM,basis}$	= energievraag basistoestel productiemiddel	[G]
$\eta_{E,PM,basis}$	= opwekkingsrendement elektriciteit basistoestel productiemiddel	[-]

E.6.4 Emissies

De emissies CO₂ en NO_x van het warmteproductiemiddel buiten de energiezone worden berekend op basis van het energiegebruik van het productiemiddel en het kengetal voor emissie per GJ_{in}. Het betreft alleen de GJ_{in} van de primaire energiedragers gas en biomassa. Van beide energiedragers zijn meerdere soorten te kiezen. Het kengetal voor berekening van de emissie CO₂ is gekoppeld aan de primaire energiedrager. Het kengetal voor NO_x is gekoppeld aan het productiemiddel.

Voor CO₂-emissie wordt de volgende formule gebruikt:

$$\langle 46 \rangle \quad CO_{2,PM} = E_{prim,X,PM} * CO_{2,prim,X} \quad [kg]$$

met:

$$CO_{2,PM} = CO_2\text{-emissie productiemiddel} \quad [kg]$$

$$E_{prim,X,PM} = \text{energievraag primaire energiedrager x van het productiemiddel} \quad [GJ_{in}]$$

$$CO_{2,prim,X} = \text{kengetal CO}_2\text{-emissie van de primaire energiedrager} \quad [kg/GJ_{in}]$$

Voor NO_x-emissie wordt de volgende formule gebruikt:

$$\langle 47 \rangle \quad NO_{x,PM} = E_{prim,X,PM} * no_{x,PM} \quad [g]$$

met:

$$NO_{x,PM} = NO_x\text{-emissie productiemiddel} \quad [kg]$$

$$E_{prim,X,PM} = \text{energievraag primaire energiedrager x van het productiemiddel} \quad [GJ_{in}]$$

$$no_{x,PM} = \text{kengetal NO}_x\text{-emissie van het productiemiddel} \quad [g/GJ_{in}]$$

E.6.5 Financiën

De warmteproductiemiddelen buiten de energiezone vallen buiten de locatie en worden daarom niet in de financiële beschouwing meegenomen, deze kosten worden geacht te zijn opgenomen in de leveringstarieven.

E.7 Elektriciteitsproductie buiten het plangebied

De elektriciteitsvraag van de locatie wordt geproduceerd door de elektriciteitsproductiemiddelen die buiten de locatie staan. Op deze plaats wordt het elektriciteitsverbruik van de locatie inclusief distributie- en transportverliezen omgerekend naar primaire energiegebruiken. Ook de emissie die hierbij vrij komt wordt berekend.

Voor de op de energiezone en als gevolg van warmteproductie buiten de locatie mogelijk geproduceerde elektriciteit wordt berekend hoeveel primaire energie nodig was geweest om deze hoeveelheid elektriciteit te maken.

E.7.1 Elektriciteitsproductiemiddelen

Voor productie van de gevraagde elektriciteit kunnen twee productiemiddelen worden geselecteerd: het gezamenlijk, gemiddelde elektriciteitsproductiepark van het landelijk elektriciteitsnetwerk, de zogenaamde 'beste STEG' en de 'mix 2020' conform de Uniforme Maatlat v2.2.

Voor verrekening van de op de energiezone of in het warmteproductiemiddel als gevolg van warmtevraag van de energiezone geproduceerde elektriciteit zijn beide bovengenoemde productiemiddelen ook te kiezen. Deze keuze is onafhankelijk van de keuze die voor de productie van de gevraagde elektriciteit wordt gemaakt.

E.7.2 Energiedragers

Als brandstof voor de elektriciteitsproductie zijn alle gedefinieerde primaire energiebronnen te kiezen: gas (meerdere soorten), brandstofmix (gemiddeld voor elektriciteitsproductie landelijk net), biomassa en afval.

E.7.3 **Energiestromen door elektriciteitsvraag**

E.7.3.1 **Te leveren elektriciteit**

De elektriciteitsvraag van de elektriciteitstransportleiding en de elektriciteitsvraag van het warmteproductiemiddel buiten de locatie bepalen de hoeveelheid elektriciteit die door het elektriciteitsproductiemiddel geleverd moet worden. Deze elektriciteitsvraag komt van de transportleidingen ten behoeve van de energiezone (E.5.2.3) en van het warmteproductiemiddel buiten de energiezone ten behoeve van warmtelevering aan de locatie (E.6.3.2).

E.7.3.2 **Energiegebruik elektriciteitsproductie**

Op basis van deze energievraag en het opwekkingsrendement wordt de energievraag van het productiemiddel uitgerekend. Deze vraag wordt meteen aan de energiedrager toegeschreven, afhankelijk van de brandstof die in het productiemiddel wordt gebruikt.

In de berekening kan worden aangegeven welk deel van de gevraagde elektriciteit duurzaam wordt opgewekt. Dit deel wordt vervolgens niet omgerekend naar primair energiegebruik en als gevolg daarvan zullen ook de emissies dalen.

$$\langle 48 \rangle \quad E_{PM} = \frac{E_E}{\eta_{el}} (1 - DE) \quad [GJ]$$

met:

E_{PM} = energievraag productiemiddel [GJ]

E_E = totale elektriciteitsvraag locatie [GJ]

DE = percentage van gevraagde elektriciteit die duurzaam wordt opgewekt [%]

η_{el} = opwekkingsrendement elektriciteit [-]

De gegevens voor opwekkingsrendement zijn te vinden in de tabel met kentallen van elektriciteitsproductiemiddelen.

E.7.4 **Vermeden energiegebruik elektriciteitsproductie**

E.7.4.1 **De al geproduceerde elektriciteit**

Door elektriciteitsproductiemiddelen op woning- en energiezonenniveau is elektriciteit geproduceerd (pv-cellen, windmolens). Daarnaast wordt door bepaalde installatieconcepten die aan de gebouwen warmte leveren ook elektriciteit geproduceerd. Al deze elektriciteit wordt modelmatig geëxporteerd naar de plaats waar de elektriciteitsproductie van de locatie plaatsvindt. Afhankelijk van de plaats waar de elektriciteit is geproduceerd zullen er distributie- en transportverliezen worden berekend.

Deze geëxporteerde elektriciteit komt van de transportleidingen (E.5.3) en van het warmteproductiemiddel buiten de energiezone die warmte levert aan de locatie (E.6.3.3).

E.7.4.2 **Vermeden energiegebruik elektriciteitsproductie**

Op basis van de geëxporteerde elektriciteit en het opwekkingsrendement van het elektriciteitsproductiemiddel wordt de vermeden energievraag van de locatie uitgerekend. Deze vraag wordt meteen aan de energiedrager toegeschreven, afhankelijk van de brandstof die in wordt gebruikt.

$$\langle 49 \rangle \quad VE_{PM} = \frac{E_{EXP}}{\eta_{el}} \quad [GJ]$$

met:

VE_{PM} = vermeden energievraag productiemiddel [GJ]

E_{EXP} = totale geëxporteerde elektriciteit van de locatie [GJ]

η_{el} = opwekkingsrendement elektriciteit [-]

De gegevens voor opwekkingsrendement zijn te vinden in de tabel met kentallen van elektriciteitsproductiemiddelen.

E.7.5 Emissies

De emissies CO₂, NO_x en SO_x van het elektriciteitsproductiemiddel worden berekend op basis van het energiegebruik van het productiemiddel en het kengetal voor emissie per GJ_{in}. Het betreft alleen de GJ_{in} van de primaire energiedragers gas (STEG) en de brandstofmix (elektriciteitsproductiepark Nederland). Van beide energiedragers zijn meerdere soorten te kiezen. Het kengetal voor berekening van de emissie CO₂ is gekoppeld aan de primaire energiedrager. Het kengetal voor NO_x is gekoppeld aan het productiemiddel.

Voor CO₂-emissie wordt de volgende formule gebruikt:

$$\langle 50 \rangle \quad CO_{2,PM} = E_{prim,X,PM} * CO_{2,prim,X} \quad [kg]$$

met:

$$CO_{2,PM} = CO_2\text{-emissie productiemiddel} \quad [kg]$$

$$E_{prim,X,PM} = \text{energievraag primaire energiedrager x van het productiemiddel} \quad [GJ_{in}]$$

$$CO_{2,prim,X} = \text{kengetal CO}_2\text{-emissie van de primaire energiedrager} \quad [kg/GJ_{in}]$$

Voor SO_x-emissie wordt de volgende formule gebruikt:

$$\langle 51 \rangle \quad SO_{x,PM} = E_{prim,X,PM} * SO_{2,prim,X} \quad [kg]$$

met:

$$SO_{x,PM} = SO_x\text{-emissie productiemiddel} \quad [kg]$$

$$E_{prim,X,PM} = \text{energievraag primaire energiedrager x van het productiemiddel} \quad [GJ_{in}]$$

$$SO_{x,prim,X} = \text{kengetal SO}_x\text{-emissie van de primaire energiedrager} \quad [kg/GJ_{in}]$$

Voor NO_x-emissie wordt de volgende formule gebruikt:

$$\langle 52 \rangle \quad NO_{x,PM} = E_{prim,X,PM} * no_{x,PM} \quad [g]$$

met:

$$NO_{x,PM} = NO_x\text{-emissie productiemiddel} \quad [kg]$$

$$E_{prim,X,PM} = \text{energievraag primaire energiedrager x van het productiemiddel} \quad [GJ_{in}]$$

$$no_{x,PM} = \text{kengetal NO}_x\text{-emissie van het productiemiddel} \quad [g/GJ_{in}]$$

E.7.6 Vermeden emissies

De berekening van de vermeden emissies, parallel aan het begrip vermeden primair energiegebruik, is vergelijkbaar met de berekening van de emissies (E.7.5). Het enige verschil is dat voor energiegebruik, vermeden energiegebruik moet worden gelezen.

E.7.7 Financiën

De elektriciteitsproductiemiddelen buiten de energiezone vallen buiten de locatie en worden daarom niet in de financiële beschouwing meegenomen, deze kosten worden geacht te zijn opgenomen in de leveringstarieven.

E.8 Primair energiegebruik

Aan het einde van de berekening worden alle berekende primaire energieverbruiken en vermeden primaire energieverbruiken verzameld en, gescheiden voor gebruik en vermeden verbruik, per energiedrager gesommeerd.

Deze energieverbruiken worden vervolgens nog omgerekend naar triviale eenheden (m³ gas, kg biomassa, et cetera).

F Energieprestatie Gebouwen (EPG)

F.1 Energieprestatie nieuwe woningen en woongebouwen

De rekenmethode voor Energieprestatienormering (EPN) wordt in het rekenmodel OEI gebruikt voor de berekening van de gebouwgebonden energiestromen van nieuwbouwwoningen.

EPN is primair bedoeld voor de berekening van de energie-efficiëntie (Energieprestatiecoëfficiënt EPC) van nieuwbouwwoningen ten behoeve van de bouwaanvraag. De berekening betreft de gebouwgebonden energiestromen (verwarming, koeling, warmtapwater, ventilatie, verlichting). De methode is zodanig opgezet dat de berekende energiestromen binnen de woning een representatief beeld geven van het gemiddelde energiegebruik. Daarmee is de rekenmethodiek geschikt voor gebruik in het rekenmodel OEI.

In OEI 3 is de rekenmethode uit NEN 5128 in vereenvoudigde vorm opgenomen (bronnen [1], [2] [3] en [4]). Deze norm is vanaf 1 januari 2006 van kracht geworden.

Het huishoudelijk energiegebruik voor bijvoorbeeld koken, huishoudelijke apparatuur, televisies, computers blijft in deze berekening buiten beschouwing. In het rekenmodel OEI worden deze energiestromen wel meegenomen (zie E.1).

F.1.1 Energieprestatiecoëfficiënt EPC

Met behulp van de rekenmethodiek in EPN worden de gebouwgebonden energiestromen uitgerekend op basis van woning- en installatiekenmerken. Resultaat van de berekeningen is het karakteristieke, primaire energiegebruik van de woning. Na verrekening met het gebruiksoppervlak en het verliesoppervlak van de woning en een correctiefactor, resulteert dit in de energieprestatiecoëfficiënt (EPC).

F.2 Energieprestatie bestaande woningen en energielabel

De energieprestatieberekening voor nieuwbouw (EPN) en bestaande bouw (EPA) worden gebruikt om het gebouwgebonden energiegebruik van woningen te berekenen.

Het rekenmodel EPN is primair niet bedoeld voor de berekening van werkelijke energiegebruiken. Het kengetal voor de energie-efficiency (EPC) is het doel van een EPN-berekening. Deze berekening is gebaseerd op een warmtebehoefteberekening, aangevuld met overige relevante gebouwgebonden energiestromen. Omdat EPN een hanteerbare rekenmethodiek moet zijn, zijn vereenvoudigingen en schematiseringen toegepast waardoor afwijkingen kunnen ontstaan tussen het berekende en werkelijke energiegebruik. Niet alleen door de vereenvoudiging zijn afwijkingen te vinden, maar ook door bijvoorbeeld bewonersgedrag, uitvoering, klimaat, slijtage, enzovoort. Toch is gebruik van EPN voor het berekenen van energiegebruiken goed te verdedigen. Het is een relatief eenvoudige rekenmethode, waarin de essentiële gebouw- en installatieparameters zijn opgenomen en waarvan de methodiek in Nederland breed gedragen is. Daarnaast is uit onderzoek gebleken dat het verschil tussen het berekende energiegebruik van een woningtype en het gemeten gemiddelde energiegebruik van hetzelfde woningtype klein is ([11]).

Het energieprestatie-advies (EPA) voor bestaande bouw is wel meer ingericht op berekening van werkelijke energiegebruiken. Er is een aantal parameters in de berekening voor ruimteverwarming en warmtapwater toegevoegd waardoor een betere afstemming tussen rekenresultaten en werkelijke verbruiken zijn te realiseren. Deze opties zijn ook in OEI ingebouwd.

F.3 Energieprestatie utiliteitsgebouwen

De rekenmethodes voor nieuwe en bestaande utiliteitsgebouwen (NEN 2916 en ISSO 75.3) zijn nagenoeg gelijk. Er zijn vergelijkbare vereenvoudigingen toegepast als bij nieuwe en bestaande woningen.

G Energieprestatie op locatie (EPL)

De energieprestatie op locatie (EPL; [9], [10], [11]) geeft een maat voor het fossiele brandstofverbruik van een locatie. Het fossiele brandstofverbruik van de locatie wordt afgezet tegen het referentieverbruik van dezelfde locatie. Het resultaat van de berekening is een rapportcijfer. Een zes geeft aan dat de betreffende locatie een fossiel energiegebruik heeft dat even hoog is als het referentieverbruik (per definitie bij EPC 1,0). Een tien geeft aan dat de betreffende locatie geen fossiele brandstoffen verbruikt. De EPL wordt als volgt berekend:

$$\langle 53 \rangle \quad EPL = 10 - 4 * \frac{B_{\text{berekend}}}{B_{\text{referentie}}} \quad [-]$$

met:

EPL = score voor de energieprestatie van de locatie [-]

B_{berekend} = berekend jaarlijks fossiel brandstofverbruik van de locatie [-]

$B_{\text{referentie}}$ = referentiewaarde jaarlijks fossiel brandstofverbruik van de locatie [-]

Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen bestaande bouw en nieuwbouw. Op dit moment bestaat er geen methodiek om de EPL van utiliteitsgebouwen te berekenen. Om toch een EPL voor utiliteitsgebouwen te kunnen inbouwen is de systematiek voor woningen gekopieerd:

- De referentie met een EPL van 6,0 wordt bepaald door de CO₂ emissie van het utiliteitsgebouw met gas en elektriciteit als energiedragers en een EPC volgens Bouwbesluit 2005 (EPC woningen was toen 1,0 en is referentie voor EPL 6,0);
- Voor utiliteitsgebouwen met een EPL van 10 is de CO₂-emissie nul.

Niet-gebouwegebonden elektriciteitsverbruik

In EPL wordt ook huishoudelijk verbruik meegenomen. Zie E.1.4 voor een beschrijving daarvan.

Openbare verlichting en bemaling

Het elektriciteitsverbruik voor openbare verlichting en bemaling van een energiezone is in de berekening ook meegenomen. Zowel in de referentie als in de berekende energiegebruiken van de variant wordt daarin een waarde van 0,54 GJ (150 kWh) elektriciteitsverbruik per woning gerekend. Dit elektriciteitsverbruik is wat status betreft vergelijkbaar met het elektriciteitsverbruik aan de meter van de woning.

G.1 Referentieverbruik

De referentielocatie heeft aardgas als energiedrager en de gebouwen hebben centrale verwarming met een HR-ketel en een EPC van 1,0 (nieuwbouw woningen) of een EI van 1,0 (bestaande woningen).

Opgemerkt wordt dat een EI van 1,0 afwijkt van de EPL-methodiek als beschreven in [9]. Reden is dat sinds het moment dat de EPL voor bestaande woningen werd ontwikkeld, de bepalingsmethode voor de energie-index is aangepast. Niet zozeer het uitgerekenende (primaire) energiegebruik, maar wel de vertaling in een prestatie-indicator. Een huidige EI (conform ISO 82.3) van 1,0 correspondeert ongeveer met een EI van 0,5 uit de eerdere methode. Beiden komen ongeveer overeen met een EPC van 1,0. Ook omwille van overeenstemming met nieuwbouw is hier gekozen voor EI = 1,0 als referentie.

$$\langle 54 \rangle \quad B_{\text{referentie}} = E_g * C_g + E_e * C_e \quad [-]$$

met:

$B_{\text{referentie}}$ = jaarlijks referentie fossiel brandstofverbruik van de locatie [-]

E_g = gesommeerd jaarlijks gasverbruik aan de meter van de gebouwen binnen de locatie [GJ]

E_e = gesommeerd jaarlijks elektriciteitsverbruik aan de meter van de gebouwen binnen de energiezone of locatie , inclusief elektriciteitsverbruik voor openbare verlichting en bemaling [GJ]

C_g	= correctiefactor voor fossiele koolstofinhoud van aardgas (15,0, zie [10])	[1/GJ]
C_e	= correctiefactor voor fossiele koolstofinhoud van elektriciteit (29,9, zie [10])	[1/GJ]

De C-factor is afhankelijk van het type, de distributieverliezen en de productiewijze van de energiedrager. Voor energie uit duurzame bronnen is de C-factor gelijk aan nul. In formule vorm:

$$\langle 55 \rangle \quad C_i = \frac{M_{c,i} * \alpha}{\eta_{\text{omzetting},i} * \eta_{\text{distributie},i} * \eta_{\text{transport},i}} \quad [-]$$

met:

C_i	= correctiefactor voor fossiele koolstofinhoud van energiedrager i	[1/GJ]
$M_{c,i}$	= fossiele koolstofmassa primaire energiedrager i	[kg/GJ]
α	= factor (1)	[1/kg]
$\eta_{\text{omzetting},i}$	= omzettingsrendement energiedrager i, door installaties buiten de locatie	[-]
$\eta_{\text{distributie},i}$	= distributierendement energiedrager i, binnen de energiezone	[-]
$\eta_{\text{transport},i}$	= transportrendement energiedrager i, naar de locatie	[-]

Bij het bepalen van de C-factor voor aardgas is uitgegaan van $M_C = 15 \text{ kg/GJ}_{\text{in}}$, $\eta_{\text{opwekking}} = 100\%$, $\eta_{\text{distributie}} = 100\%$ en $\eta_{\text{transport}} = 100\%$.

Bij het bepalen van de C-factor voor elektriciteit is uitgegaan van de best beschikbare technologie (WK-STEG, 250 MW_e), met $M_C = 15 \text{ kg/GJ}_{\text{in}}$, $\eta_{\text{opwekking}} = 54\%$ en $\eta_{\text{distributie}} * \eta_{\text{transport}} = 93\%$ en $\eta_{\text{transport}} = 97\%$.

G.2 Berekend verbruik locatie

In OEI3 wordt de B-waarde van de locatie bepaald door het berekende primaire energiegebruik te vermenigvuldigen met de koolstofmassa van de betreffende energiedrager. De B-waarde van de referentie wordt berekend op basis van het berekende gasverbruik en elektriciteitsverbruik aan de meter van de gebouwen en de correctiefactor voor de fossiele koolstofinhoud van gas en elektriciteit.

$$\langle 56 \rangle \quad B_{\text{berekend}} = \alpha * \sum_i E_i * M_{c,i} \quad [-]$$

met:

B_{berekend}	= berekend jaarlijks fossiel brandstofverbruik van de locatie	[-]
E_i	= jaarlijks energiegebruik van primaire energiedrager i	[GJ]
$M_{c,i}$	= fossiele koolstofmassa primaire energiedrager i	[kg/GJ]
α	= factor (1)	[1/kg]

G.2.1 Lokale elektriciteitsproductie

G.2.1.1 Woning

In OEI wordt bij het berekenen van de energievraag van de locatie wordt alle decentraal geproduceerde elektriciteit (bijvoorbeeld pv of een WKK op woning-/woongebouwniveau) geëxporteerd naar buiten de locatie. Binnen de EPL wordt echter de aanname gedaan dat alle op woningniveau geproduceerde elektriciteit op woningniveau wordt geconsumeerd. Er wordt dus geen elektriciteit geëxporteerd, ook al zou de productie groter zijn dan de consumptie. De geproduceerde elektriciteit wordt in mindering gebracht op de meterstand.

G.2.1.2 Energiezone

In de rekenmethodiek voor EPL is bewust gekozen om op energiezone-niveau opgewekte elektriciteit door bijvoorbeeld windmolens niet te waarderen. Het is wel mogelijk een percentage

ingezette duurzame elektriciteit op te geven. Duurzame elektriciteit heeft een koolstofinhoud (M_c , C-factor) van 0.

Elektriciteit die wordt geproduceerd door een warmtekrachtinstallatie die direct levert aan de gebouwen wordt wel gewaardeerd: het vermijden brandstofverbruik door elektriciteitsproductie wordt in mindering gebracht op het brandstofverbruik voor warmteproductie. Met andere woorden, stel dat een WKK per jaar X GJ elektriciteit produceert, wordt daarmee $X/(54\% \cdot 97\%)$ GJ aardgasverbruik vermeden (54% = omzettingsrendement beste techniek om elektriciteit te produceren, 97% = transportrendement van elektriciteit naar de locatie). Ook elektriciteitsproductie door een biomassa WKK leidt tot vermindering van het aardgasverbruik voor elektriciteitsproductie.

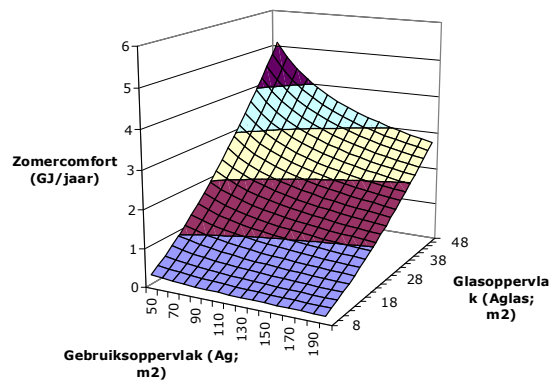
G.3 Referenties

Voor de vaststelling van de CO₂-emissie die hoort bij een EPL van 6,0 zijn voor elke gebruiksfunctie referenties bepaald. Deze kunnen voor de bestaande en nieuwe gebruiksfuncties verschillen.

G.3.1 Nieuwe woongebouwen

EPC = 1,0 en gas en elektriciteit als energiedrager; ventilatietype C (natuurlijke toevoer, mechanische afvoer, wisselstroomventilator). Er is geen koeling aanwezig. Voor de factor zomercomfort wordt de volgende aanname gedaan:

$$\text{Zomercomfort} = 185 \cdot \left(\frac{\text{Aglas}}{\text{Ag}}\right)^{1,45} / \text{EXP}(0,5959) \cdot \text{Ag} / 1000 \quad [\text{GJ}]$$



G.3.2 Bestaande woongebouwen

EI = 1,0 en gas en elektriciteit als energiedrager; ventilatietype C (natuurlijke toevoer, mechanische afvoer, wisselstroomventilator); koeling niet van toepassing.

G.3.3 Utiliteit

EPC-eis 2005 (verschilt per gebruiksfunctie) en gebouwen met gas voor verwarming en warmtapwater en forfaitaire verbruiken voor verlichting, ventilatoren, koeling.

H Financiële analyse

In het rekenmodel OEI worden de kosten en baten van energiegerelateerde investeringen binnen de locatie, evenals van de inkoop en verkoop van energiedragers verrekend. Alleen investeringen binnen de grenzen van de locatie komen in aanmerking. Investeringen van productiemiddelen en transportleidingen buiten de locatie worden geacht te zijn opgenomen in tarief van energie die voor de locatie moet worden ingekocht

Van de mogelijke subsidies en belastingvoordelen van investeringen is alleen de EIA meegenomen in de berekeningen. Investeringsubsidies kunnen als relatieve subsidie worden meegegeven op energiezonesniveau. Inkomsten en uitgaven zijn op veel verschillende niveaus mogelijk (geografisch en inhoudelijk). Het is daarom zeer waarschijnlijk dat er binnen de locatie meerdere investeerders zijn die investeren en/of exploiteren. Het is daarom mogelijk om per energiezone aan te geven welke kosten en baten van afzonderlijke investeringen en energiedragers moeten worden meegenomen in de financiële analyse. De mogelijkheid uit OEI2 om tegelijkertijd voor meerdere investeerders de analyse door te rekenen is vervallen.

Per energiezone wordt een kostenberekening gemaakt volgens onderstaande methodiek. In de berekeningen wordt er vanuit gegaan dat investeringen worden gefinancierd (100% lening) en niet uit eigen middelen betaald.

H.1 Financiële parameters

De financiële parameters die als input gebruikt worden voor de financiële analyse betreffen kenmerken van investeringen en energierekening op verschillende niveaus. Kenmerken van investeringen zijn niet alleen de hoogte van de investering, maar ook de periode van herinvestering, rentepercentages voor leningen, beschikbaarheid van subsidies enzovoort. Voor de energierekening zijn aansluitbijdrage, vastrecht, energiegebruiken en energietarieven op de verschillende niveaus relevant. Kosten en baten kunnen aan verschillende investeerders worden toegeschreven.

H.1.1 Investerings

Belangrijke basis voor de berekening zijn de energiegerelateerde investeringen binnen de locatie. Investeringen buiten de locatie worden niet meegenomen maar worden verondersteld te zijn verrekend in het energietarief. Investeringen binnen de locatie worden op verschillende niveaus gedaan. De volgende investeringen en niveaus worden onderscheiden.

investering	niveau 1 gebouw	niveau 2 distributie gas energiezone	niveau 3 distributie elektriciteit energiezone	niveau 4 distributie warmte energiezone	niveau 5 warmte productie energiezone
warmteproductie gebouw	X				
warmteafgifte	X				
zonneboiler	X				
pv-cellen gebouw	X				
bouwkundig	X				
distributienetwerk gas		X			
verdeelstation gas		X			
distributienetwerk elektriciteit 10kV trafohuisjes			X		
distributienetwerk warmte				X	
warmteproductiemiddel energiezone					X

H.1.1.1 Investeringsbedrag

De investeringen zijn vooral afhankelijk van het gekozen installatieconcept. De gegeven investeringsbedragen hebben het prijspeil van het actualisatiejaar (OEI3: 2010) van het model en zijn exclusief btw. In de financiële analyse kan wel worden aangegeven of een investeerder al dan niet BTW dient te betalen (denk aan eigenaar/bewoners). In dat geval worden in de financiële analyse de investeringen verhoogd met het BTW-percentage.

Alle kengetallen met betrekking tot investeringen zijn in het model als overschrijfbaar kentel opgenomen. Investeringen die gedaan worden ná het actualisatiejaar worden in het model gecorrigeerd voor inflatie en prijsontwikkeling.

H.1.1.2 Prijsontwikkeling investering

Per investering wordt een prijsontwikkeling opgegeven in % per jaar. Dit kan zowel een positief (prijsstijging) als een negatief (prijsdaling) getal zijn. De prijsontwikkeling van de investeringen zijn als overschrijfbaar kental in het model opgenomen.

H.1.1.3 Herinvesteringsinterval

Het herinvesteringsinterval bepaalt na hoeveel jaar herinvestering plaatsvindt. De afschrijvingsperiode is in de berekening gelijk aan het herinvesteringsinterval van de investering. Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen technische en economische levensduur. Herinvesteringen hebben hetzelfde herinvesteringsinterval als de initiële investeringen.

H.1.1.4 Investering in het eerste bouwjaar of gespreid over de bouwperiode

Van elke investering is aangegeven of deze in het eerste jaar van de bouw van de energiezone wordt gedaan of dat deze gespreid is over de bouwperiode van de energiezone. De bouwperiode is afhankelijk van de opgegeven start en einde van de bouw. De bouwperiode resulteert in een percentage volbouw dat gebruikt wordt bij berekening van de over de bouwperiode gespreide investeringen en bij de berekening van de energiegebruiken per jaar.

Voorbeeld van een investering meteen in het eerste jaar is bijvoorbeeld warmteopwekking op energiezonenniveau. Al vanaf het begin zal het volledige warmteproductiemiddel aan het gerealiseerde deel van de gebouwen warmte moeten leveren. Voor individuele warmteopwekking zal de investering evenredig met de volbouw van de energiezone verlopen.

H.1.1.5 Investeringssubsidie

Per investering kan per variant en per energiezone een relatieve investeringssubsidie worden opgegeven. Deze subsidie geldt in de berekening alleen voor de initiële investering en niet voor de herinvestering(en).

H.1.1.6 Exploitatielasten

De kosten voor onderhoud en beheer en de kosten voor het projectmanagement worden als een jaarlijks percentage van het aanwezige kapitaal (onderhoud en beheer), respectievelijk het percentage van de investering in het betreffende jaar (projectmanagement) in rekening gebracht. De percentages zijn als overschrijfbaar kentalen per investering in het model opgenomen.

H.1.2 Leningen

Alle investeringen worden volledig gefinancierd. In het model is het rentepercentage opgenomen als overschrijfbaar kental (OEI3: 5%). Het percentage kan per investering worden aangepast, evenals de looptijd van de lening. De leningsbedragen worden in de exploitatieberekening het jaar na de investeringen verrekend.

H.1.3 Energierekening

De energierekening bestaat uit de eenmalige aansluitbijdrage en jaarlijks vastrecht voor aansluiting van gebouwen en het warmteproductiemiddel op de energiezone (indien aanwezig) en de inkoop en verkoop van energie tussen de verschillende geografische niveaus.

De inkoop- en verkooptarieven verschillen per energiedrager, per geografisch niveau en zijn gescheiden voor energiegebruik en energieproductie. Voor energiegebruik zijn er drie inkoopniveaus (gebouwniveau, distributie op energiezonenniveau, warmteproductie op energiezonenniveau) en twee verkoopniveaus (distributie op energiezonenniveau, warmteproductie op energiezonenniveau). Voor energieproductie zijn er twee tarieven in het model opgenomen: woningniveau en de rand van de energiezone. De tarieven staan als overschrijfbaar kental in het model.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen een hoog en een laag tarief, waarbij het hoge tarief geldt voor gebruik/productie tot een bepaalde grens, en het lage tarief daarboven.

H.1.4 Samenbrengen financiële parameters

Voor de financiële analyse worden de ingevoerde en geselecteerde gegevens gecategoriseerd per energiezone. Initiële investeringen worden per niveau gescheiden gesommeerd als investering in het beginjaar van de bouw van de energiezone of als investering evenredig met de volbouw van de energiezone. Percentageparameters die zijn gekoppeld aan de investeringen (prijsontwikkeling, onderhoud en beheer) worden gewogen naar investering gemiddeld.

De gebruiker geeft aan van welke onderdelen en op welke niveaus (bijvoorbeeld bouwkundige investeringen op woningniveau en energierekening op woningniveau) financiële parameters bij elkaar gebracht worden.

H.2 Financiële analyse

De financiële analyse geeft gedurende de beschouwingsperiode een jaaroverzicht van (her)investeringen, leningen, aflossingen, energiekosten, energiebatens, exploitatie en cash flow. Op basis van de cash flow worden de terugverdientijd en de netto contante waarde berekend.

De resultaten worden per investeerder weergegeven en kunnen worden vergeleken met de resultaten van andere varianten. De namen van relevante investeerders worden op projectniveau ingevuld. Deze kunnen bij de berekeningen vervolgens per variant en per energiezone voor verschillende niveaus investeringen worden geselecteerd.

OEI3 houdt rekening met de mogelijkheden van de EnergieInvesteringsAftrek (EIA). Voor de investeerder is van belang of deze gebruik kan maken van fiscale maatregelen en subsidies. De geldende percentages voor de EIA en het percentage vennootschapsbelasting (VPB) en BTW zijn als kental in het model opgenomen. Daarnaast moet worden aangegeven of de investeerder btw-plichtig is (per energiezone).

Het actualisatiejaar (kental) en het inflatiepercentage (invoer) gelden voor de hele locatie en dus voor alle energiezones binnen de locatie. Het inflatiepercentage kan per variant worden aangepast.

De rente op het positieve en negatieve exploitatieresultaat kan per investeerder en per energiezone worden aangepast.

fiscaliteiten en subsidies	
inflatie	2,0%/jaar
VPB	25,5%
BTW	19,0%

H.2.1 Investerings

H.2.1.1 Initiële investeringen

De investeringen in het model worden ingevoerd zonder subsidies en exclusief btw en zijn bedoeld als totaalkosten, dus inclusief plaatsing en startkosten. Samen met de inflatie en met de prijsontwikkeling van de investeringen zijn deze gegevens bepalend voor de hoogte van de investeringen per jaar.

De investeringen worden per jaar weergegeven. De ingevoerde investeringsbedragen in het model hebben het prijspeil van het jaar van aanvang van de locatie. Als de investering niet in het eerste jaar wordt gedaan, wordt de hoogte van de investering gecorrigeerd voor inflatie en voor de gemiddelde prijsontwikkeling.

$$<57> \quad I_j = I_0 * (1 + \text{inflatie} + p)^{(j-j_0)} \quad [\text{euro}]$$

met:

I_j	= investering in jaar j	[euro]
I_0	= investering in startjaar bouw locatie	[euro]
infl	= inflatie	[%/jaar]
p	= prijsontwikkeling	[%/jaar]
j	= beschouwingsjaar	[jaar]
j_0	= startjaar bouw locatie	[jaar]

H.2.1.2 Herinvesteringen

Elke investering in het model wordt opnieuw gedaan na het herinvesteringsinterval. De hoogte van de herinvestering is afhankelijk van de inflatie en de prijsontwikkeling van de investering.

Per investering is het herinvesteringsinterval als (overschrijfbare) defaultwaarde gegeven. In de beschouwingsperiode van de locatie kunnen meerdere herinvesteringen worden gedaan afhankelijk van de lengte van het herinvesteringsinterval en van de beschouwingsperiode. De hoogte van de herinvestering per jaar wordt als volgt berekend.

De EIA is alleen van toepassing op de initiële investeringen.

$$<58> \quad I_{her} = I_0 * (1 + \text{inflatie} + p)^{(j-j_0)} \quad [\text{euro}]$$

met:

$I_{her,j}$	= herinvestering in jaar j	[euro]
-------------	----------------------------	--------

I_0	=	initiële investering	[euro]
$infl$	=	inflatie	[%/jaar]
p	=	prijswontwikkeling	[%/jaar]
j	=	jaar dat wordt beschouwd	[jaar]

H.2.1.3 Netto investeringen

De investeringen en herinvesteringen zijn gegeven exclusief btw en subsidies. Afhankelijk van de btw-plichtigheid van de investeerder die investeert en van toegekende subsidies en EINP worden de netto investeringen, waarvoor leningen worden afgesloten, beïnvloed.

Btw

Als de investeerder btw-plichtig is wordt gerekend met investeringen zonder verrekening van btw. Als een investeerder niet btw-plichtig is wordt gerekend met investeringen inclusief btw. De rekenwaarde voor btw wordt als volgt berekend:

$$\langle 59 \rangle \quad BTW_{rek} = btw * (1 - C_{btw}) \quad [\%]$$

met:

BTW_{rek}	=	rekenwaarde btw	[%]
btw	=	percentage btw (OEI3: 19%)	[%]
C_{btw}	=	1, als investeerder btw-plichtig is	[-]
		0, als investeerder niet btw-plichtig is	[-]

Subsidie

De investeringssubsidies worden gegeven als percentage van de initiële investering. De subsidies gelden in het model alleen voor de initiële investeringen en niet voor de herinvesteringen. Het subsidiebedrag wordt als volgt berekend:

$$\langle 60 \rangle \quad I_{subs} = I * subs \quad [euro]$$

met:

I_{subs}	=	subsidiebedrag	[euro]
I	=	investering	[euro]
$subs$	=	subsidiepercentage	[%]

Netto investering

De netto investering is het resultaat van voorgaande resultaten:

$$\langle 61 \rangle \quad I_{netto} = (I_{bruto} - (I_{subs} + I_{EINP})) * (1 + btw_{rek}) \quad [euro]$$

met:

I_{netto}	=	netto investering	[euro]
I_{bruto}	=	bruto investering, exclusief btw (zoals ingevoerd)	[euro]
I_{subs}	=	subsidiebedrag	[euro]
I_{EINP}	=	de hoogte van de EINP	[euro]
btw_{rek}	=	rekenwaarde btw	[%]

H.2.2 Lening en aflossing

Lening

De netto investeringen worden geleend. In het model worden de netto investeringen cumulatief bijgehouden en als cumulatieve lening gepresenteerd.

Aflossing

De jaarlijkse aflossing wordt berekend voor elk van de investeringen. De netto investering gedaan in het vorige jaar wordt gedeeld door het herinvesteringsinterval.

$$<62> \quad AF_j = \frac{I_{\text{netto},j-1}}{\text{per}} \quad [\text{euro}]$$

met:

AF_j = de hoogte van de jaarlijkse aflossing [euro]

$I_{\text{netto},j-1}$ = netto investering in het vorige jaar [euro]

per = herinvesteringsinterval [jaar]

Rentekosten leningen

De rentekosten voor de leningen zijn afhankelijk van het saldo van lening en aflossing en van het rentepercentage van de leningen. Het rentepercentage wordt berekend als het gemiddelde van drie mogelijk toe te passen leningen, met elk een eigen aandeel.

De rentekosten in een bepaald jaar worden vervolgens bepaald met de volgende formule:

$$<63> \quad K_{\text{rente;lening}} = (I_{\text{netto;cum};j-1} - AF_{\text{cum};j-1}) / R \quad [\text{euro}]$$

met:

$K_{\text{rente;lening},j}$ = rentekosten voor lenen investering in jaar j [euro]

$I_{\text{netto,cumu},j-1}$ = cumulatieve netto investeringen tot en met het jaar j-1 [euro]

$AF_{\text{cumu},j-1}$ = cumulatieve aflossingen tot en met het jaar j-1 [euro]

R = rentepercentage voor leningen [%/jaar]

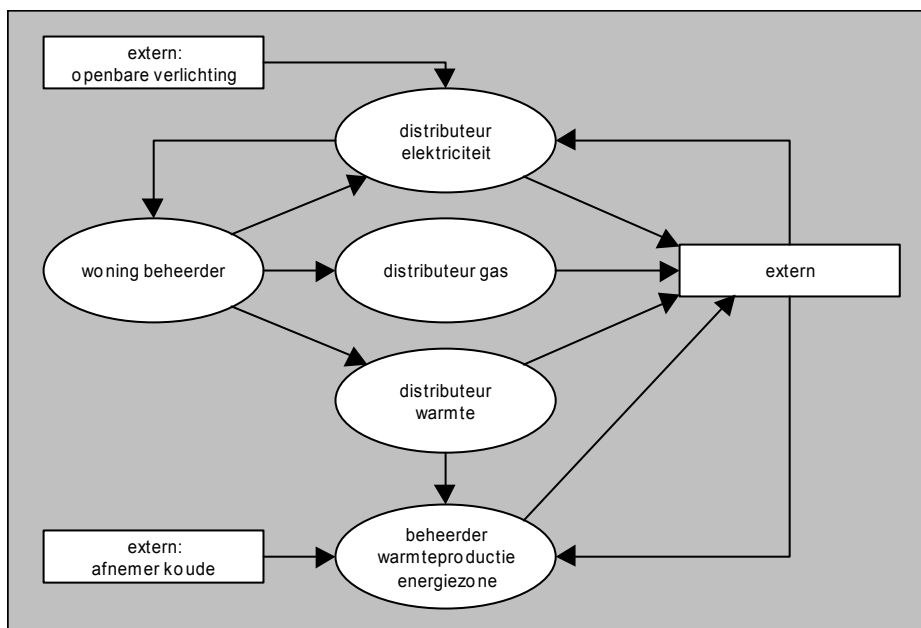
H.2.3 Inkoop en verkoop van energie

De energiekosten worden bepaald door een variabel deel afhankelijk van energiegebruiken, een jaarlijkse bijdrage in de vorm van vastrecht en een eenmalige bijdrage in de vorm van een aansluitbijdrage. De geldstromen worden voor de woning de distributie en het warmteproductiemiddel afzonderlijk in beeld gebracht.

De energiekosten en -baten worden toegeschreven aan de opgegeven investeerders die investeren op woningniveau, op distributieniveau en/of in het warmteproductiemiddel op de energiezone.

H.2.3.1 Geografische niveaus

Op woningniveau spelen andere parameters een rol dan bij het warmteproductiemiddel op de energiezone. De energiekosten worden daarom voor de verschillende niveaus berekend en weergegeven.



Gebouwen

De kosten van de gebruikte energie van gebouwen, het vastrecht van de aansluiting en de aansluitbijdrage worden betaald aan de investeerders die gas, elektriciteit en warmte distribueren. In het model worden de stromen naar de verschillende investeerders afzonderlijk in beeld gebracht.

De opbrengsten door verkoop van op woningniveau geproduceerde elektriciteit (pv, micro-warmtekracht) komen van de investeerder die elektriciteit distribueert.

Distributie op energiezones

De investeerders die gas, elektriciteit en warmte distribueren, verkopen energie aan de woningbeheerder en elektriciteit voor openbare verlichting en bemaling aan een externe partij. Als warmte wordt gebruikt van een warmteproductiemiddel, wordt warmte ingekocht van de beheerder van het warmteproductiemiddel. Om die energie te kunnen verkopen, wordt energie van buiten ingekocht.

De elektriciteit die op woningniveau wordt geproduceerd wordt ingekocht door de beheerder van het elektriciteitsnet en verkocht aan het landelijk elektriciteitsnetwerk (externe partij).

Niet gebouwgebonden collectieve verwarming binnen de energiezones

De beheerder van het warmteproductiemiddel koopt energie in van buiten (externe partij) en verkoopt de warmte aan de beheerder van het warmtedistributienet, de koude (indien van toepassing) aan een externe partij en de geproduceerde elektriciteit (indien van toepassing) aan het landelijk elektriciteitsnetwerk (externe partij).

H.2.3.2 Variabel deel energiekosten

Het variabele deel van de energiekosten bestaat uit de hoogte van de energiestroom en het tarief van een eenheid energie. De hoogte en het tarief van de energiestroom worden per energiedrager bepaald. In de praktijk zijn zeer vele tarieven in omloop, afhankelijk van onder andere de plaats, het energiebedrijf, het type verrekening en de hoogte van de energiestroom. Om hieraan enigszins tegemoet te komen zijn de tarieven overschrijfbaar en kan gerekend worden met een hoog tarief en een laag tarief per energiestroom, afhankelijk van de plaats van de energiestroom (tussen woning en distributie, tussen distributie en warmteproductiemiddel of naar buiten). Daarbij is de hoogte van het energieverbruik, waar de scheiding ligt tussen het hoge en het lage tarief, instelbaar.

De inkoop en verkoop van energie wordt afhankelijk van de plaats van verrekening toegeschreven aan één van de partijen (zie schema in H.2.3.1). De hoogte van de energiestroom wordt berekend (voor beschrijving zie hoofdstuk E) en gecombineerd met het tarief. De kosten

voor de energiestroom worden in eerste instantie berekend zonder rekening te houden met inflatie, prijsontwikkeling en voor de berekening van de energiekosten per jaar gecorrigeerd:

$$<64> \quad K_{\text{energie},x,\text{var},0} = \min(V_x; V_{x,\text{grens}}) * T_{x,\text{hoog}} + \max(0; (V_x - V_{x,\text{grens}})) * T_{x,\text{laag}} \quad [\text{euro}]$$

met:

$K_{\text{energie},x,\text{var},0}$	= basiskosten (of opbrengsten) van energiegebruik (variabel deel energietarieven) energiedrager x in het eerste bouwjaar van de locatie	[euro]
V_x	= energieverbruik energiedrager x	[eenheid]
$V_{x,\text{grens}}$	= grenswaarde energieverbruik energiedrager x, als scheiding tussen hoog en laag tarief (ook nog afhankelijk van de plaats van verrekening)	[eenheid]
$T_{x,\text{hoog}}$	= hoog tarief	[euro/eenheid]
$T_{x,\text{laag}}$	= laag tarief	[euro/eenheid]
$K_{\text{energie},x,\text{var}}$	= kosten (of opbrengsten) van energiegebruik (variabel deel energietarieven) energiedrager x	[euro]

De kosten (en opbrengsten) van energie worden per jaar berekend. Uitgangspunt bij de berekening zijn de basiskosten voor het energiegebruik (per energiedrager en per geografisch niveau in de berekening). De berekende energiekosten worden gecorrigeerd voor volbouw van de energiezone, inflatie en prijsontwikkeling.

$$<65> \quad K_{\text{energie},x,\text{var},j} = K_{\text{energie},x,\text{var},0} * (1 + \text{infl} + p)^{(j-j_0)} * \text{volbouw}_j \quad [\text{euro}]$$

met:

$K_{\text{energie},x,\text{var},j}$	= kosten (of opbrengsten) van energiegebruik (variabel deel energietarieven) energiedrager x in jaar j	[euro]
$K_{\text{energie},x,\text{var},0}$	= basiskosten (of opbrengsten) van energiegebruik (variabel deel energietarieven) energiedrager x in het eerste bouwjaar van de locatie	[euro]
volbouw_j	= mate waarin de energiezone is volgebouwd in jaar j	[%]
infl	= inflatie	[%/jaar]
p	= prijsontwikkeling	[%/jaar]
j	= jaar dat wordt beschouwd	[jaar]
j_0	= startjaar bouw locatie	[jaar]

H.2.3.3 Vastrecht energie

Vastrecht wordt per aangesloten energiedrager jaarlijks verrekend. Er zijn drie niveaus waar het vastrecht kan worden verrekend: per woning, per woongebouw (beide woningniveau) en per warmteproductiemiddel (energiezoneniveau). Het jaarlijkse vastrecht wordt gecorrigeerd voor inflatie en de prijsontwikkeling van de energiedrager.

$$<66> \quad K_{\text{energie},x,\text{vast},j} = K_{\text{energie},x,\text{vast},0} * (1 + \text{infl} + p)^{(j-j_0)} * \text{volbouw}_j \quad [\text{euro}]$$

met:

$K_{\text{energie},x,\text{vast},j}$	= vastrecht energiedrager x in jaar j	[euro]
$K_{\text{energie},x,\text{vast},0}$	= kosten (of opbrengsten) van vastrecht energiedrager x in het eerste bouwjaar van de locatie	[euro]
volbouw_j	= mate waarin de energiezone is volgebouwd in jaar j	[%]
infl	= inflatie	[%/jaar]
p	= prijsontwikkeling	[%/jaar]
j	= jaar dat wordt beschouwd	[jaar]
j_0	= startjaar bouw locatie	[jaar]

H.2.3.4 Aansluitbijdrage energie

De aansluitbijdrage wordt per aangesloten energiedrager eenmalig verrekend. Er zijn drie niveaus waar de aansluitbijdrage kan worden verrekend: per woning, per woongebouw (beide woningniveau) en per warmteproductiemiddel (energiezoneniveau). De eenmalige bijdrage wordt

gecorrigeerd voor inflatie en de prijsontwikkeling van de energiedrager. De aansluitbijdrage wordt alleen bij aansluiting verrekend. Dit komt er op neer dat alleen in de bouwperiode een aansluitbijdrage verrekend zal worden.

Afhankelijk van welke investeringen wel of niet worden meegenomen in de berekening, wordt de aansluitbijdrage beschouwd als een eenmalige opbrengst of als eenmalige kosten. Als zowel distributienetwerk als gebouwgebonden kosten zijn meegenomen, compenseren deze elkaar.

$$<67> \quad K_{\text{energie},x,\text{aansl},j} = K_{\text{energie},x,\text{aansl},0} * (1 + \text{infl} + p)^{(j-j_0)} * \text{volbouw}_i \quad [\text{euro}] \quad [\text{euro}]$$

met:

$K_{\text{energie},x,\text{aansl},j}$ = kosten (of opbrengsten) van aansluitbijdrage energiedrager x in jaar j tijdens de bouwperiode [euro]

$K_{\text{energie},x,\text{aansl},0}$ = aansluitbijdrage energiedrager x in het eerste bouwjaar van de locatie [euro]

volbouw_j = mate waarin de energiezone is volgebouwd in jaar j [%]

infl = inflatie [%/jaar]

p = prijsontwikkeling [%/jaar]

j = jaar dat wordt beschouwd [jaar]

j_0 = startjaar bouw locatie [jaar]

H.2.3.5 Resultaat inkoop en verkoop van energie

Het resultaat van inkoop en verkoop van energie en van vastrecht en aansluitbijdrage is de som van bovenstaande kosten en opbrengsten. Of de bedragen zoals die berekend zijn met bovenstaande formules kosten of baten zijn hangt af van de plaats van de verrekening en van de beheerder. De energie die geleverd wordt aan de woning zijn kosten voor de woningbeheerder, maar opbrengsten voor de beheerder van het distributienet. Beide bedragen worden berekend met formule <65> maar zijn in het ene geval negatief (kosten woning) en in het andere geval positief (baten distributie).

$$<68> \quad \text{RES}_{\text{energie},j} = \sum (K_{\text{energie},\text{var},j} + K_{\text{energie},\text{vast},j} + K_{\text{energie},\text{aansl},j}) \quad [\text{euro}]$$

met:

$\text{RES}_{\text{energie},j}$ = resultaat inkoop en verkoop energie in jaar j [euro]

$K_{\text{energie},\text{var},j}$ = kosten (of opbrengsten) van energiegebruik (variabel deel energietarieven) in jaar j [euro]

$K_{\text{energie},\text{vast},j}$ = kosten (of opbrengsten) van vastrecht in jaar j [euro]

$K_{\text{energie},\text{aansl},j}$ = kosten (of opbrengsten) van aansluitbijdrage in jaar j tijdens de bouwperiode [euro]

H.2.4 Exploitatie energievoorziening

Bij de exploitatie komen de kosten en baten bij elkaar en wordt het bedrijfsresultaat berekend. Daarop zijn niet alleen de investeringen, inkoop en verkoop van energie en kosten en opbrengsten van rente van belang, maar ook het effect van de EIA komt hier naar voren.

In het exploitatie-overzicht zijn de kosten negatief en de baten positief.

H.2.4.1 Bedrijfskosten

In de berekening worden onderhoud, beheer, projectmanagement, algemene exploitatie en afschrijvingen tot de bedrijfskosten gerekend.

$$<69> \quad K_{\text{bedrijf},j} = K_{\text{o\&b},j} + K_{\text{project},j} + K_{\text{energie},j} + \text{AF}_j \quad [\text{euro}]$$

met:

$K_{\text{bedrijf},j}$ = bedrijfskosten in jaar j (theoretisch kunnen dit, bij een zeer gunstig resultaat van inkoop en verkoop van energie, opbrengsten zijn en wordt het getal positief) [euro]

$K_{\text{o\&b},j}$ = kosten voor onderhoud en beheer van de investering in jaar j [euro]

$K_{\text{project},j}$	= kosten voor projectmanagement van de investering in jaar j	[euro]
$K_{\text{energie},j}$	= kosten energiedragers in jaar j (als het resultaat van de inkoop en verkoop van energie positief is, is dit een positief getal)	[euro]
AF_j	= de hoogte van de jaarlijkse aflossing	[euro]

Onderhoud en beheer

De kosten voor onderhoud en beheer zijn afhankelijk gesteld van het percentage onderhoud en beheer (gekoppeld aan de investeringen) en het aanwezige kapitaal. Het kapitaal wordt bepaald door de hoogte van de bruto investering die tot het jaar vóór de berekening is gedaan en wordt gecorrigeerd voor prijsontwikkeling van de investering en inflatie. Bij herinvestering vervangt het herinvesteringsbedrag het voorgaande (her)investeringsbedrag. De kosten voor onderhoud en beheer worden als volgt berekend:

$$<70> \quad K_{o \& b, j} = OB * \text{kapitaal}_j * (1 + \text{btw}_{\text{rek}}) \quad [\text{euro}]$$

met:

$K_{o \& b, j}$	= kosten voor onderhoud en beheer van de investering in jaar j	[euro]
OB	= percentage van het kapitaal voor onderhoud en beheer	[%]
kapitaal_j	= aanwezig kapitaal in jaar j	[euro]
btw_{rek}	= rekenwaarde voor btw (zie H.2.1.3)	[%]

Projectmanagement

De kosten voor projectmanagement zijn afhankelijk gesteld van het percentage voor projectmanagement en de bruto investering (zonder subsidies). In de exploitatie komen daardoor alleen kosten voor projectmanagement voor gedurende de bouwperiode.

$$<71> \quad K_{\text{project}, j} = PM * I_{\text{bruto}, j} * (1 + \text{btw}_{\text{rek}}) \quad [\text{euro}]$$

met:

$K_{\text{project}, j}$	= kosten voor projectmanagement van de investering in jaar j	[euro]
PM	= percentage van de bruto investering voor projectmanagement	[%]
$I_{\text{bruto}, j}$	= bruto investering jaar j	[euro]
btw_{rek}	= rekenwaarde voor btw (zie H.2.1.3)	[%]

Exploitatiekosten distributienetwerk

De exploitatiekosten voor het distributienetwerk zijn afhankelijk gesteld van het percentage exploitatiekosten en de verkoopresultaten van het distributienetwerk. Het verkoopresultaat van het distributienetwerk is eerder berekend (H.2.3). De kosten voor exploitatie van het distributienetwerk worden per energiedrager berekend. Voor een energiedrager is de berekening als volgt:

$$<72> \quad K_{\text{exp l}, j} = \text{EXPL} * \text{VERK}_{\text{energie}, j} \quad [\text{euro}]$$

met:

$K_{\text{expl}, j}$	= kosten voor exploitatie van het distributienetwerk in jaar j	[euro]
EXPL	= percentage van het verkoopresultaat voor exploitatie van het distributienetwerk	[%]
$\text{VERK}_{\text{energie}, j}$	= verkoopresultaat van de energiedrager waarvoor de exploitatiekosten worden berekend in jaar j	[euro]

H.2.4.2 **Rente**

In het model worden drie soorten rente onderscheiden. Rente die betaald moet worden over de leningen die zijn aangegaan, rente die betaald moet worden over de negatieve reserve veroorzaakt door negatieve exploitatieresultaten en te ontvangen rente als gevolg van de positieve reserve door positieve exploitatieresultaten.

$$\langle 73 \rangle \quad K_{\text{rente},j} = K_{\text{rente, res},j} + K_{\text{rente, len},j} \quad [\text{euro}]$$

$K_{\text{rente},j}$ = kosten (of baten) van totale rente in het jaar j [euro]

$K_{\text{rente, res},j}$ = kosten (of baten) van rente over het resultaat na vennootschapsbelasting in het jaar j [euro]

$K_{\text{rente, lening},j}$ = rentekosten voor lenen investering in jaar j [euro]

De rentekosten over de leningen zijn al eerder berekend (zie H.2.2).

De te betalen of te ontvangen rente als gevolg van een negatieve of positieve reserve is afhankelijk van de gekozen rente voor de exploitatierekening en het cumulatieve resultaat na vennootschapsbelasting en wordt als volgt berekend:

$$\langle 74 \rangle \quad K_{\text{rente, res},j} = \text{RES}_{\text{vpb, cum, pos}, j-1} * R_{\text{pos, res}} + \text{RES}_{\text{vpb, cum, neg}, j-1} * R_{\text{neg, res}} \quad [\text{euro}]$$

$K_{\text{rente, res},j}$ = kosten (of baten) van rente over het resultaat na vennootschapsbelasting in het jaar j [euro]

$\text{RES}_{\text{vpb, cum, pos}, j-1}$ = positief cumulatief resultaat na vennootschapsbelasting in het jaar j-1 [euro]

$R_{\text{pos, res}}$ = te ontvangen rentepercentage bij positief cumulatief resultaat [%]

$\text{RES}_{\text{vpb, cum, neg}, j-1}$ = negatief cumulatief resultaat na vennootschapsbelasting in het jaar j-1 [euro]

$R_{\text{neg, res}}$ = te betalen rentepercentage bij negatief cumulatief resultaat [%]

H.2.4.3 **Afschrijvingen**

In het rekenmodel OEI worden de investeringen lineair afgeschreven, op basis van het investeringsbedrag en het herinvesteringsinterval. De investeringen worden in het model in vier soorten onderverdeeld.

De vier soorten worden bepaald door het onderscheid naar investering in het eerste bouwjaar en investering gedurende de bouwperiode en het al dan niet geschikt zijn voor vamil (zie ook H.2.1.1).

De jaarlijkse afschrijvingen worden per soort berekend met de gesommeerde netto investeringen en het gemiddelde herinvesteringsinterval. Voor investeringen die niet geschikt zijn voor vamil geldt de volgende formule voor berekening van het afschrijvingsbedrag.

$$<75> \quad AFS_j = \sum \frac{Inetto,i}{per,i} \quad [\text{euro}]$$

AFS_j	= afschrijving van investeringen in het jaar j	[euro]
$Inetto,i$	= netto bedrag (cumulatief) per investeringscategorie i	[euro]
per_i	= afschrijvingsperiode van de investeringen i	[euro]

H.2.4.4 Resultaten

De financiële resultaten worden berekend op basis van resultaten van energie-inkoop en -verkoop, bedrijfsresultaten en rente en vervolgens gecorrigeerd voor de bijdragen van de energie investeringsaftrek (EIA). Over dat resultaat wordt de vennootschapsbelasting verrekend.

Resultaat uit gewone bedrijfsvoering, voor vennootschapsbelasting

De resultaten uit de gewone bedrijfsvoering worden bepaald door de resultaten van de inkoop en verkoop van energie (H.2.3.5), de bedrijfskosten (H.2.4.1) en het resultaat van de verschillende soorten rente (H.2.4.2).

$$<76> \quad RES_{\text{bedrijf},j} = RES_{\text{energie},j} + K_{\text{bedrijf},j} + K_{\text{rente},j} \quad [\text{euro}]$$

$RES_{\text{bedrijf},j}$	= bedrijfsresultaat, vóór EIA, vamil en vennootschapsbelasting, in jaar j	[euro]
$RES_{\text{energie},j}$	= resultaat inkoop en verkoop energie in jaar j	[euro]
$K_{\text{bedrijf},j}$	= bedrijfskosten in jaar j (theoretisch kunnen dit, bij een zeer gunstig resultaat van inkoop en verkoop van energie, opbrengsten zijn en wordt het getal positief)	[euro]
$K_{\text{rente},j}$	= kosten (of baten) van totale rente in het jaar j	[euro]

Resultaat uit gewone bedrijfsvoering, na vennootschapsbelasting

Over een positief bedrijfsresultaat moet vennootschapsbelasting (VPB) betaald worden. Daarvoor wordt het bedrijfsresultaat vóór VPB, gecorrigeerd tot het bedrijfsresultaat ná VPB.

$$<77> \quad RES_{\text{bedrijf},vpb,j} = RES_{\text{bedrijf},j} - VPB_j \quad [\text{euro}]$$

$RES_{\text{bedrijf},vpb,j}$	= bedrijfsresultaat na vennootschapsbelasting in jaar j	[euro]
$RES_{\text{bedrijf},j}$	= bedrijfsresultaat vóór vennootschapsbelasting in jaar j	[euro]
VPB_j	= bedrag aan vennootschapsbelasting in jaar j	[euro]

Vennootschapsbelasting

Vennootschapsbelasting wordt geheven over het positieve bedrijfsresultaat. Door gebruik te maken van de fiscale regelingen voor energie-investeringsaftrek (EIA) kan de hoogte van het positieve bedrijfsresultaat worden verlaagd, waardoor minder vennootschapsbelasting hoeft te worden afgedragen. Om EIA te kunnen toepassen moet de investering daarvoor geschikt (kan in het model worden aangegeven) en moet de investeerder gebruik kunnen maken van deze maatregelen (kan in het model worden aangegeven).

Het positieve bedrijfsresultaat wordt gecorrigeerd voor EIA en vamil. De vennootschapsbelasting wordt vervolgens berekend op basis van het bedrijfsresultaat inclusief EIA en vamil:

$$<78> \quad VPB_j = RES_{\text{bedrijf},eia,vam,j} * VPB_{\%} \quad [\text{euro}]$$

VPB_j	= bedrag aan vennootschapsbelasting in jaar j	[euro]
$RES_{\text{bedrijf},eia,vam,j}$	= bedrijfsresultaat na EIA in jaar j	[euro]
$VPB_{\%}$	= percentage vennootschapsbelasting	[%]

H.2.4.5 Boekwaarde investeringen

De boekwaarde van investeringen wordt berekend op basis van de cumulatieve investeringen (H.2.1.3) en de cumulatieve afschrijvingen (H.2.4.3).

<79> $BOEK_j = I_{\text{netto,cum},j} - AF_{\text{cum},j}$ [euro]

met:

$BOEK_j$ = boekwaarde investering in jaar j [euro]

$I_{\text{netto,cum},j}$ = netto investeringen tot en met jaar j [euro]

$AF_{\text{cum},j}$ = afschrijving investeringen tot en met jaar j [euro]

H.2.5 Cash flow

H.2.5.1 Cash flow

De cash flow is de geldstroom afhankelijk van het bedrijfsresultaat na vennootschapsbelasting (zie formule <77>), afschrijving (zie formules (<75>, rente (zie formule <73>) en de netto investering (zie formule <61>).

In de cash flow worden kosten als negatief getal weergegeven en baten als positief getal.

<80> $CASH_j = RES_{\text{bedrijf.vpb},j} + AFS_j + K_{\text{rente},j} - I_{\text{netto},j}$ [euro]

$CASH_j$ = cash flow in jaar j [euro]

$RES_{\text{bedrijf.vpb},j}$ = bedrijfsresultaat na vennootschapsbelasting in jaar j [euro]

AFS_j = afschrijving van investeringen die niet geschikt zijn voor
vamil in het jaar j [euro]

$K_{\text{rente},j}$ = kosten (of baten) van totale rente in het jaar j [euro]

$I_{\text{netto},j}$ = netto investering in jaar j [euro]

H.2.5.2 Terugverdientijd

De terugverdientijd wordt berekend door het omslagpunt te berekenen waarop de cumulatieve cashflow omslaat van een negatief getal naar een positief getal. Het jaar waarin dat gebeurt ten opzichte van het startjaar levert dan de terugverdientijd in jaren.

H.2.5.3 Netto contante waarde

De netto contante waarde wordt berekend op basis van de reeks jaarlijkse cash flows in de beschouwingsperiode en het gemiddelde rentepercentage van de leningen die worden aangegaan voor het financieren van de netto investeringen.

I Bronnen

- [1] NEN 5128:2004 Energieprestatie van woningen en woongebouwen - Bepalingsmethode. ICS 91.120.10. Nederlands Normalisatie Instituut, maart 2004.
- [2] Correctieblad NEN 5128/C1: Energieprestatie van woonfuncties en woongebouwen – Bepalingsmethode. ICS 91.120.10. Nederlands Normalisatie Instituut, december 2004.
- [3] NEN 5128/A1: Energieprestatie van woonfuncties en woongebouwen – Bepalingsmethode. ICS 91.120.10. Nederlands Normalisatie Instituut, december 2008.
- [4] NPR 5129:2005 Energieprestatie van woonfuncties en woongebouwen – Rekenprogramma (EPWv2.01) met handboek. ICS 91.120.10. Nederlands Normalisatie Instituut, maart 2005.
- [5] NEN 2916:2004 Energieprestatie van utiliteitsgebouwen – Bepalingsmethode. ICS 91.120.10. Nederlands Normalisatie Instituut, december 2008.
- [6] NEN 2916/A1: Energieprestatie van Energieprestatie van utiliteitsgebouwen – Bepalingsmethode. ICS 91.120.10. Nederlands Normalisatie Instituut, december 2008.
- [7] NPR 1068 + Wijzigingsblad NEN 1068/A1/A2 Thermische isolatie van gebouwen – Rekenmethoden. ICS 91.120.10. Nederlands Normalisatie Instituut, oktober 2001 (wijzigingsblad A1: december 2001, wijzigingsblad A2: mei 2004).
- [8] NPR 2068 Thermische isolatie van gebouwen – Vereenvoudigde rekenmethoden. ICS 91.120.10. Nederlands Normalisatie Instituut, januari 2002.
- [9] EPL bestaande woningbouw. Systematiek. CE, Piode, DWA. Delft, december 2001
- [10] EPL-Energie Prestatie op Locatie. Een nieuw energiebesparingsinstrument bij de keuze van een nieuwe energievoorziening. CE. Delft. januari 1998.
- [11] Energie Prestatie op Locatie. Rekensystematiek. CE. Delft, september 1997
- [12] Energieverbruik van energiezuinige woningen. Effecten van gedrag en besparingsmaatregelen op de spreiding in en de hoogte van het reële energieverbruik. ECN-C--01-072. ECN, IVAM. Oktober 2001.
- [13] Uitwerking CO₂-index CE, Delft, oktober 2001
- [14] www.AgentschapNL.nl
- [15] Rekenmodel OEI3 AgentschapNL, Utrecht, september 2010
- [16] Handleiding OEI3 AgentschapNL, Utrecht, september 2010
- [17] OEI2 - Installatieconceptontwikkeling Notitie DWA. Bodegraven, 19 oktober 2001
- [18] OEI2 - Toelichting spreadsheet selectiematrix en rekenmethodiek Notitie DWA. Bodegraven, 15 januari 2002
- [19] OEI2 - Rendementen installatie-opties Notitie DWA. Bodegraven, 26 april 2002
- [20] OEI2 - Kostenraming warmtedistributie en warmtepompconcepten Notitie DWA. Bodegraven, 22 mei 2002
- [21] ISSO 75.3, Handleiding Energieprestatie advies utiliteitsgebouwen; Formulestructuur ISSO. Rotterdam, januari 2010.
- [22] ISSO 82.3, Handleiding Energieprestatie advies woningen; Formulestructuur ISSO. Rotterdam, oktober 2009.
- [23] Voorbeeldwoningen bestaande bouw 2007 SenterNovem. Sittard, maart 2007. 2KPWB0618
- [24] Referentiewoningen nieuwbouw 2006 SenterNovem. Sittard, december 2006. 2KPWB0620
- [25] Referentiewoningen SEV/SBR. http://www.senternovem.nl/eprn/regelgeving/effect_op_de_epc_per_woningtype.asp

- [26] Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie; update 2010.
AgentschapNL. Utrecht, mei 2010. 2DENB1013
- [27] Uniforme Maatlat voor de warmtevoorziening in de woning- en utiliteitsbouw, versie 2.2
AgentschapNL. Utrecht, 21 juni 2010
- [28] Regeling energieprestatie gebouwen.
VROM. Staatscourant 29 december 2006, nr. 253/pag. 25.

J Bijlage: Bouwkundige kosten

In OEI3 zijn de bouwkundige kosten, de kosten voor isolatiemaatregelen in de gebouwschil en voor detaillering ter voorkoming van koudebruggen.

Er zijn twee principieel verschillende mogelijkheden in OEI3 opgenomen om de bouwkundige kosten te bepalen: op basis van een bouwkundig pakket maatregelen, met meerkosten per vierkante meter afhankelijk van de maatregel of op basis van de berekende transmissieverliezen ten opzichte van de transmissieverliezen van een referentiepakket. De laatste methode is van belang als berekeningen worden gemaakt op basis van de energieprestatiecoëfficiënt (EPC) of de energie-index (EI). In dat geval is het bouwkundig pakket nog niet bekend, maar zijn wel eisen gesteld aan de EPC en/of de EI.

In beide gevallen is een set bouwkundige maatregelen met gegeven investeringskosten uitgangspunt bij de bepaling van de uiteindelijke kengetallen. Omdat in de berekening een grote spreiding aan bouwkundige pakketten moet kunnen worden doorgerekend en er nauwelijks betrouwbare gegevens zijn voor investeringen van extreme isolatiemaatregelen zijn op basis van gegeven maatregelen trendlijnen gemaakt om ook kostenindicaties van extremere bouwkundige pakketten te kunnen geven.

Beschouw de kostenkengetallen als indicatieve waarden. Zeker de kengetallen voor de bestaande bouw hebben in de praktijk een grote spreiding. De kosten zijn sterk afhankelijk van de bestaande situatie en de keuze voor (na)isolatie.

J.1 Nieuwbouw

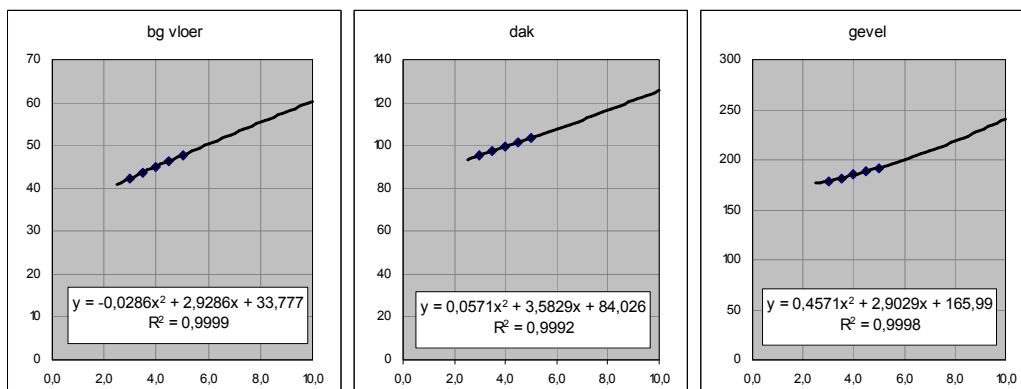
De kosten voor bouwkundige maatregelen in nieuwe gebouwen worden in OEI3 in de eerste plaats bepaald door de kosten voor de scheidingsconstructies, waarin de hoogte van de kosten afhankelijk is gesteld van het isolerende effect. Hoe beter een constructie isoleert hoe duurder de constructie.

Naast transmissieverliezen door scheidingsconstructies zijn er transmissieverliezen door lineaire thermische bruggen (koudebruggen). Deze thermische bruggen hebben een groter effect naarmate de woning beter is geïsoleerd en de lineaire warmtedoorgangcoëfficiënt van de thermische brug groter is.

J.1.1 Kosten scheidingsconstructies

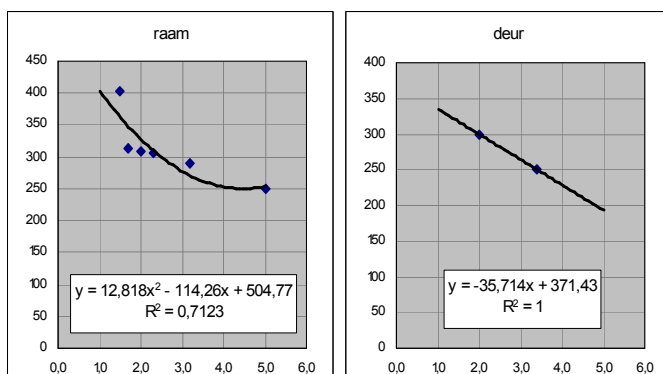
De kosten voor bouwkundige isolatiemaatregelen voor nieuwe gebouwen zijn gebaseerd op kostenkengetallen van AgentschapNL. De gegeven kosten zijn exclusief btw, inclusief staartkosten en exclusief subsidies. De investeringen in onderstaande tabel zijn meegenomen. In een grafiek per constructiedeel (vloer, dak, gevel, raam, deur) zijn de isolatiewaarden (R_c in m^2K/W voor dichte delen) of warmtedoorgangcoëfficiënten (U in W/m^2K voor ramen en deuren) uitgezet tegen de kosten in euro per vierkante meter scheidingsconstructie. Per constructiedeel is op basis van de gegeven waarden een trendlijn bepaald die wordt gebruikt om voor andere isolatiewaarden en warmtedoorgangcoëfficiënten de meerkosten te kunnen berekenen. De formules per constructiedeel zijn in de grafieken opgenomen.

Kosten dichte delen (euro/m²)			
Rc-waarde (m ² K/W)	bg vloer	dak	gevel
3,0	42,3	95,3	178,8
3,5	43,7	97,2	181,8
4,0	45,0	99,4	184,8
4,5	46,4	101,2	188,4
5,0	47,7	103,4	191,9



Voor ramen en deuren zijn de onderstaande waarden gebruikt. De cursieve waarden in de tabel zijn inschattingen op basis van praktijkervaring om bruikbare verbanden te vinden tussen de maatregel en de meerkosten. De gegevens in de tabel zijn in grafieken uitgezet en een kwadratisch verband is in de grafiek als lijn uitgezet. In de grafieken staat de U-waarde op de horizontale as (W/m^2K) en de kosten op de verticale as ($euro/m^2$).

Kosten ramen en deuren ($euro/m^2$)		
U-waarde (W/m^2K)	raam	deur
5,1	250,0	
3,4		250,0
3,2	290,0	
2,3	305,9	
2	308,1	300,0
1,7	313,5	
1,5	403,9	



De totale kosten voor bouwkundige maatregelen worden nu bepaald door het bouwkundig pakket. Hierin is voor de begane grondvloer, het dak, de gevel, de ramen en de deuren bepaald hoe hoog de isolatiewaarden (R_c , voor dichte delen) en warmtedoorgangscoefficienten (U , voor ramen en deuren) zijn. Per constructiedeel is de isolatiewaarde bekend en worden met behulp van de formules, die zijn afgeleid van de trendlijnen in de grafieken, de kosten berekend. Voor berekening van de meerkosten worden de kosten voor de referentiemaatregel afgetrokken van de berekende kosten.

De totale kosten voor bouwkundige maatregelen worden berekend door de kosten per vierkante meter per constructiedeel te vermenigvuldigen met het bijbehorende oppervlak aan scheidingsconstructie.

<81> $K_{bwk} = \sum_i A_i * k_{bwk,i}$ [euro]

K_{bwk} = bouwkundige kosten [euro]

A_j = oppervlak scheidingsconstructie constructiedeel i (vloer, dak, gevel, raam, deur) [m²]

$k_{bwk,i}$ = kostenkengetal constructiedeel i [euro/m²]

Het kostenkengetal is afhankelijk van de isolatiewaarde en de formule zoals deze in de grafieken staan weergegeven. De structuur van de formules is voor alle constructiedelen gelijk. Alleen de

constanten in de formule zijn verschillend. De constanten zijn te vinden in de bijlage met kentallen. De structuur van de formule staat hieronder achtereenvolgens voor de dichte delen (op basis van de Rc-waarde) en ramen en deuren (op basis van de U-waarde).

$$<82> \quad k_{\text{bwk,dicht},i} = a * R_{c,i}^2 + b * R_{c,i} + c \quad [\text{euro/m}^2]$$

$$<83> \quad k_{\text{bwk,raam/deur},i} = a * U_i^2 + b * U_i + c \quad [\text{euro/m}^2]$$

$k_{\text{bwk,dicht},i}$ = kostenkengetal dicht constructiedeel i [euro/m²]

$k_{\text{bwk,raam/deur},i}$ = kostenkengetal raam of deur i [euro/m²]

a = constante [-]

b = constante [-]

c = constante [-]

De waarden a, b en c die in de kentallen van OEI3 staan zijn gecorrigeerd voor de berekende kosten voor de referentiemaatregelen.

J.1.2 Kosten lineaire thermische bruggen

In het rekenmodel OEI wordt met lineaire thermische bruggen gerekend conform EPN.

De kosten voor lineaire thermische bruggen zijn lastig helder te definiëren. Het gaat niet alleen over materiaalkosten, maar vooral ook om de aandacht die in het ontwerpproces besteed wordt aan detaillering om de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt te laten opgaan in de warmtedoorgangscoefficiënt van de omringende constructie. Daarom is in OEI3 ook een keuzemogelijkheid voor de aandacht die besteed wordt aan de lineaire thermische bruggen. Deze waarde heeft effect op het energetische deel van de berekening en het kostendeel van de berekening. De formule voor kosten voor lineaire thermische bruggen is als volgt:

$$<84> \quad K_{\text{th,brug}} = A_{\text{verlies}} * K_{\text{th,brug}} * D \quad [\text{euro}]$$

K_{bwk} = kosten thermische brug (OEI3: 0, 4 of 7) [euro/m²(A_g)]

A_j = verliesoppervlak van de woning [m²]

$k_{\text{th,brug}}$ = kostenkengetal thermische bruggen, per vierkante meter verliesoppervlak [euro/m²]

D = aandacht verlaging lineaire warmtedoorgangs-coëfficiënt van lineaire thermische bruggen [%]

J.2 Bestaande bouw

De kosten voor bouwkundige maatregelen in bestaande gebouwen worden in OEI3 bepaald door de kosten voor de scheidingsconstructies, waarin de hoogte van de kosten afhankelijk is gesteld van het isolerende effect. Hoe beter een constructie isoleert hoe duurder de constructie.

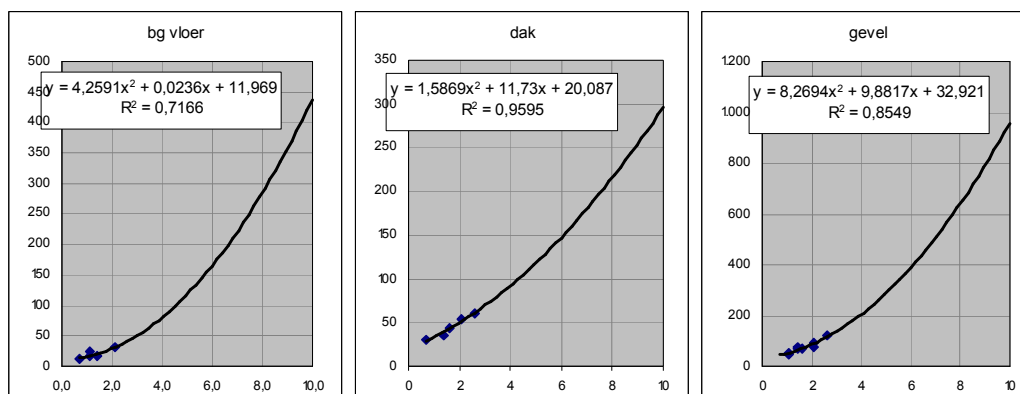
De spreiding in kosten voor maatregelen in de bestaande bouw is groot. De kosten voor bouwkundige ingrepen is niet alleen afhankelijk van de nieuwe situatie, maar ook heel sterk van de bestaande situatie. De kostenkengetallen voor bouwkundige maatregelen in de bestaande bouw die in OEI3 worden gebruikt zijn eerste richtingen voor de kosten van bouwkundige maatregelen.

J.2.1 Kosten scheidingsconstructies

De kosten voor bouwkundige isolatiemaatregelen voor bestaande gebouwen zijn gebaseerd op kostenkengetallen uit OEI3. De gegeven kosten zijn exclusief btw en exclusief subsidies. De investeringen in onderstaande tabel zijn meegenomen. In een grafiek per constructiedeel (vloer, dak, gevel, raam, deur) zijn de isolatiewaarden (Rc in m²K/W voor dichte delen) of warmtedoorgangscoefficiënten (U in W/m²K voor ramen den deuren) uitgezet tegen de kosten in euro per vierkante meter scheidingsconstructie. Per constructiedeel is op basis van de gegeven waarden een trendlijn bepaald die wordt gebruikt om voor andere isolatiewaarden en warmtedoorgangscoefficiënten de meerkosten te kunnen berekenen. De formules per constructiedeel zijn in de grafieken opgenomen.

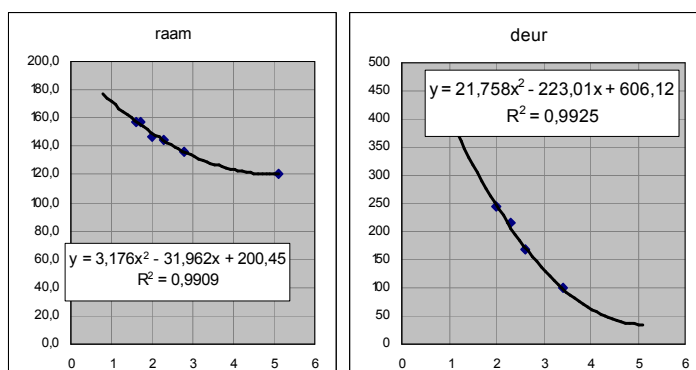
Kosten dichte delen (euro/m²)			
Rc-waarde (m ² K/W)	bg vloer	dak	gevel
0,7	12,4	30,0	
1,1	16,1		48,1
1,1	23,7		49,5
1,4	15,9	36,0	68,1
1,4			77,1
1,6		44,1	67,6
2,1	31,5	54,6	75,0
2,1			93,8
2,6		60,0	119,1

De waarden voor dichte delen zijn in grafieken gezet en trendslijnen zijn bepaald.



Voor ramen en deuren zijn de onderstaande waarden gebruikt. De cursieve waarden in de tabel zijn inschattingen op basis van praktijkervaring om bruikbare verbanden te vinden tussen de maatregel en de meerkosten. De gegevens in de tabel zijn in grafieken uitgezet en een kwadratisch verband is in de grafiek als lijn uitgezet. In de grafieken staat de U-waarde op de horizontale as (W/m²K) en de kosten op de verticale as (euro/m²).

Kosten ramen en deuren (euro/m²)		
U-waarde (W/m ² K)	raam	deur
5,1	120,0	
3,4		100,0
2,8	136,4	
2,6		168,3
2,3	144,1	215,7
2	146,9	244,2
1,7	157,1	
1,6	157,1	



De totale kosten voor bouwkundige maatregelen worden nu bepaald door het bouwkundig pakket. Hierin is voor de begane grondvloer, het dak, de gevel, de ramen en de deuren bepaald hoe hoog de isolatiewaarden (Rc, voor dichte delen) en warmteovergangscoefficienten (U, voor ramen en deuren) zijn. Per constructiedeel is de isolatiewaarde bekend en worden met behulp van de formules, die zijn afgeleid van de trendslijnen in de grafieken, de kosten berekend. Voor

berekening van de meerkosten worden de kosten voor de referentiemaatregel afgetrokken van de berekende kosten.

referentiewaarden isolatie					
constructiedeel	bg vloer	dak	gevel	raam	deur
Rc-waarde (m2K/W)	0,1	0,1	0,1		
U-waarde (W/m2K)				5,1	3,4

De totale kosten voor bouwkundige maatregelen worden berekend door de kosten per vierkante meter per constructiedeel te vermenigvuldigen met het bijbehorende oppervlak aan scheidingsconstructie.

$$<85> \quad K_{\text{bwk}} = \sum_i A_i * k_{\text{bwk},i} \quad [\text{euro}]$$

K_{bwk} = bouwkundige kosten (exc. BTW) [euro]

A_j = oppervlak scheidingsconstructie constructiedeel i (vloer, dak, gevel, raam, deur) [m²]

$k_{\text{bwk},i}$ = kostenkengetal constructiedeel i [euro/m²]

Het kostenkengetal is afhankelijk van de isolatiewaarde en de formule zoals deze in de grafieken staan weergegeven. De structuur van de formules is voor alle constructiedelen gelijk. Alleen de constanten in de formule zijn verschillend. De constanten zijn te vinden in de bijlage met kentallen. De structuur van de formule staat hieronder achtereenvolgens voor de dichte delen (op basis van de Rc-waarde) en ramen en deuren (op basis van de U-waarde).

$$<86> \quad k_{\text{bwk,dicht},i} = a * R_{c,i}^2 + b * R_{c,i} + c \quad [\text{euro/m}^2]$$

$$<87> \quad k_{\text{bwk,raam/deur},i} = a * U_i^2 + b * U_i + c \quad [\text{euro/m}^2]$$

$k_{\text{bwk,dicht},i}$ = kostenkengetal dicht constructiedeel i [euro/m²]

$k_{\text{bwk,raam/deur},i}$ = kostenkengetal raam of deur i [euro/m²]

a = constante [-]

b = constante [-]

c = constante [-]

De waarden a, b en c die in de kentallen van OEI3 staan zijn gecorrigeerd voor de berekende kosten voor de referentiemaatregelen.

K Bijlage: Woordenlijst

aansluitbijdrage

Het eenmalige bedrag dat een energieleverancier vraagt als bijdrage om de aansluiting te bekostigen.

aansluitfractie thermisch

De verhouding tussen het thermisch vermogen van een (de)centraal opgesteld warmteproductiemiddel en het maximale thermisch vermogen van het verzorgingsgebied

aansluitvermogen

Het met de energiegebruiker overeengekomen maximale vermogen.

aansluitwaarden

De met de energiegebruiker overeengekomen maximale vermogens.

actualisatiejaar kentallen

Het jaar waarin de in het rekenmodel OEI gebruikte kentallen geactualiseerd zijn.

A_g

Het gebruiksoppervlak van een woning conform de systematiek in EPN.

A_{glas}

Het glasoppervlak van een woning conform de systematiek in EPN.

kentallen

Set gegevens die het model als standaardwaarde voor de berekening worden gebruikt. Voor een deel zijn deze gegevens vaststaand (forfaitaire rendementen uit de EPN bijvoorbeeld), voor een deel overschrijfbaar (investeringskosten bijvoorbeeld).

basistoestel

Bij warmteopwekking door meer dan één toestel, het toestel dat zorgt voor de basislast.

beschouwingsperiode

De periode (jaren) waarvoor in het rekenmodel OEI de economische berekeningen worden uitgevoerd.

beste STEG

STEG met het hoogste rendement.

binnenwerkse omtrek

Binnenwerkse omtrek van een verwarmde ruimte voor zover deze aansluit op een buitenwand.

biomassa

Onder biomassa worden producten verstaan als agrarische reststoffen, dunnings- en snoeihout en geteelde gewassen. De omzetting van biomassa in energie is mogelijk via verbranding, vergassing (biogas) en vergisting. Biomassa kan daarmee op verschillende plaatsen in de energieketen worden opgenomen. De meest gangbare methode van omzetting is verbranding; elektriciteitscentrales worden op deze manier bijgestookt. Effectief is de inzet van biomassa voor warmte/kracht-eenheden. Warmte en elektriciteit wordt duurzaam geproduceerd.

brandstofcel

Een brandstofcel is een toestel dat rechtstreeks warmte en/of elektriciteit produceert uit waterstofgas. Het gas wordt via een elektrolytische reactie met lucht omgezet in water. Er vindt geen verbranding plaats; de rechtstreekse omzetting maakt een hoog rendement mogelijk. In vergelijking met verbrandingstechnologie is de uitstoot van CO₂ minder en komen er vrijwel geen andere emissies vrij. Een brandstofcel is een vorm van efficiënte en schone conversietechnologie.

brandstofcomponent

Het deel van het elektriciteitsstarief afgeleid van de prijzen van primaire energie.

brandstofinzet

Het aandeel van de verschillende energiedragers in de brandstofmix die aan de landelijke elektriciteitscentrales wordt toegevoerd.

COP / CoP

De Coefficient of Performance van een warmtepomp; het quotiënt van de door de warmtepomp nuttig geleverde energie en de aan de warmtepomp toegevoerde energie.

CV-combiketel

Een verwarmingsketel voor zowel de productie van warmte ten behoeve van ruimteverwarming als de productie van warm tapwater.

C-waarde

De correctiefactor van een bepaalde energiedrager die overeenkomt met de koolstofinhoud van de primaire energie die nodig is om 1 GJ aan de energiemeter in een gebouw te leveren. De C-waarde stamt uit de EPL methodiek (EnergiePrestatie op Locatie) en komt overeen met de fossiele koolstofmassa van de primaire energiedrager, gedeeld door het product van het omzettings- en distributierendement.

woningdichtheid

Het aantal woningen per hectare.

distributierendement

Het quotiënt van de hoeveelheid energie die vanuit een distributienet aan de aangesloten gebouwen geleverd wordt en de hoeveelheid energie die aan het distributienet wordt toegevoerd.

distributieverlies per woning

Het warmteverlies in het secundaire distributienet, als vast bedrag per woning.

duurzame elektriciteit

Het aandeel in de totale elektriciteitsvraag van elektriciteit die op duurzame wijze is geproduceerd.

EI

De Energie-Index (EI) is een maat voor de energie efficiëntie van bestaande gebouwen.

elektrisch rendement

Het rendement van de elektriciteitsproductie door een opwekkingstoestel. Dit kan een toestel zijn op woning of woongebouwniveau (pv, mini-, mirco-WKK), op energiezone niveau (WKK) of buiten de locatie (STEG, landelijk park).

energiebesparende maatregelen

Maatregelen die in de gebouwschil genomen worden om het energiegebruik van de woning te beïnvloeden.

energielabel

Energielabel voor een gebouw, als bedoeld in het Besluit Energieprestatie Gebouwen en vastgesteld volgens ISSO 82 en ISSO 75.

energierekening consument

De energierekening door inkoopkosten voor energie, gekocht aan de rand van de energiezone. Het betreft voornamelijk energiekosten en vermogenskosten.

energievraag aan de meter

Het gas-/elektriciteits-/warmteverbruik waarvoor de consument wordt afgerekend.

energiezone

Een geografisch aaneengesloten deelgebied van een locatie met meerdere gebouwen. Alle gebouwen binnen een energiezone worden in een aan te geven tijdvak gebouwd. Investeringsen worden per energiezone samengenomen en gebruikt als basis voor een financiële analyse.

EPC

Energie Prestatie Coëfficiënt: Maat voor de energetische eigenschappen van een gebouw of een gedeelte van een gebouw inclusief gebouwinstallaties bij een vastgesteld gebruikersgedrag. (www.senternovem.nl/e pn)

EPL

De volgens de EPL systematiek bepaalde maat voor de energieprestatie van een locatie.

EPN

Norm (NEN5128/2916) met termen, definities en rekenmethode voor de bepaling van de energieprestatiecoëfficiënt (EPC) van een gebouw (www.senternovem.nl/e pn).

export elektriciteit

Door verschillende toestellen wordt elektriciteit geproduceerd. Dit kan een toestel zijn op woning of woongebouwniveau (pv, mini-, mirco-WKK), op energiezone niveau (WKK, grootschalige pv, windmolens, ...). Deze elektriciteit wordt geëxporteerd naar buiten de locatie. De producent ontvangt hiervoor een terugleververgoeding.

In de EPL-methodiek wordt op locatie geproduceerde elektriciteit niet geëxporteerd, maar wordt aangenomen dat deze elektriciteit direct lokaal wordt geconsumeerd. Er is dan minder inkoop van elektriciteit nodig.

gebouwtype

Een gebouwtype wordt gekarakteriseerd door het gebruiksoppervlak en het verliesoppervlak, niet door het ontwerp of de materialisatie. In het rekenmodel OEI is er de mogelijkheid te kiezen uit

verschillende gebouwtypes voor nieuwe en bestaande woningen en utiliteitsgebouwen. Een utiliteitsgebouw bestaat altijd uit één gebruiksfunctie.

gelijktijdigheid

De mate waarin gebruikers die aangesloten zijn op een energie-infrastructuur op hetzelfde moment energie afnemen.

hotfill apparatuur

Apparaten die geschikt zijn om aangesloten te worden op de warmwaterleiding.

HT

Hoge temperatuur verwarming. Het exacte temperatuurniveau bij deze categorieën varieert per energieprestatiebepalingsmethode.

inkooptarief energiedrager

Tarief waarvoor energiedragers (gas, warmte, elektriciteit, biomassa) worden ingekocht en verkocht. Er wordt onderscheid gemaakt tussen een hoog en een laag tarief, waarbij het hoge tarief geldt voor gebruik/productie tot een bepaalde grens, en het lage tarief daarboven.

karacteristiek verbruik

Totale primaire energiegebruik van een woning, berekend met EPN.

locatie

Het te onderzoeken nieuwe of bestaande plangebied met woningen en/of utiliteit. De locatie bestaat uit één of meerdere energiezones.

LT

Lage temperatuur verwarming. Het exacte temperatuurniveau bij deze categorieën varieert per energieprestatiebepalingsmethode.

Mc-waarde

De fossiele koolstofmassa van een primaire energiedrager, conform de EPL-systematiek.

MT

Middentemperatuur verwarming. Het exacte temperatuurniveau bij deze categorieën varieert per energieprestatiebepalingsmethode.

O&B

Onderhoud en Beheer.

OEI

Optimale Energie Infrastructuur

opwekkingsrendement

Het quotiënt van een hoeveelheid nuttig opgewekte energie en de hoeveelheid toegevoerde energie.

penetratiegraad

Aandeel huishoudens in bezit van aangegeven apparatuur.

piektoestel

Bij warmteopwekking door meer dan één toestel, het toestel dat zorgt voor de pieklast.

prijzontwikkeling

Jaarlijkse procentuele toename van het tarief voor het verbruiksdeel van een energiedrager.

primaire energievraag

Energievraag van de locatie inclusief vermeden primair energiegebruik als gevolg van gecombineerde productie van warmte en elektriciteit.

PV-cellen

Foto-voltaïsche zonnecellen waarmee zonnestraling wordt omgezet in elektriciteit.

REB

Regulerende energiebelasting. Alle energietarieven in OEI zijn inclusief de REB.

STEG

Een elektriciteitscentrale op basis van een Stoom- en Gasturbine-installatie.

systeemrendement

Het quotiënt van de hoeveelheid nuttig geproduceerde energie en de hoeveelheid toegevoerde energie.

temperatuurniveau verwarmingssysteem

De aanvoer- en retourtemperatuur waarvoor het in de woning aanwezige warmte-afgiftesysteem is ontworpen (hoge temperatuur (HT), middentemperatuur (MT), lage temperatuur (LT) of zeer

lage temperatuur (ZLT). Het exacte temperatuurniveau bij deze categorieën varieert per energieprestatiebepalingsmethode.

thermisch rendement

Het quotiënt van de hoeveelheid nuttig geproduceerde thermische energie en de hoeveelheid toegevoerde primaire energie.

transportverlies

Het warmteverlies dat optreedt bij het transport van warmte vanuit een landelijke elektriciteitscentrale naar een locatie.

variant

Een berekening voor een locatie, gebaseerd op bepaalde waarden voor kentallen en vrije invoergegevens. Elke wijziging in kentallen en/of vrije invoergegevens leidt tot een andere variant.

vastrecht

Een maandelijks of jaarlijks vast bedrag dat betaald moet worden om van de energievoorziening gebruik te mogen maken.

verkooptarief energiedrager

Zie inkoop energiedrager.

vermeden primaire energie

Primaire energie die door de toepassing van efficiënte installaties elders niet ingezet hoeft te worden.

vervangingsinterval

De periode waarna een apparaat, een installatie of een systeem vervangen wordt door een identiek exemplaar.

VPB

Vennootschapsbelasting

warmte dekking graad

Deel van de totale warmtevraag die door het toestel gedekt wordt. De piekvoorziening en de basistoestel hebben samen een warmte dekking graad van 100%.

warmte levering

Situatie waarin warmte via een warmtedistributienet aan gebouwen geleverd wordt.

ZLT

Zeer lage temperatuur verwarming. Het exacte temperatuurniveau bij deze categorieën varieert per energieprestatiebepalingsmethode.

L Bijlage Stroomschema

