

September 2001

ECN-C--01-086

**EVALUATIE KOSTEN EN PRESTATIE
PRAKTIJKEXPERIMENT**

Bedrijfskantoor Trend Cosmetics B.V. te Nibbixwoud

E.J. Bakker
W.G.J. van Helden

Verantwoording

Dit project is uitgevoerd door de groep DEGO (Duurzame Energie in de Gebouwde Omgeving) van ECN in samenwerking met installatiebureau M&O Techniek uit Wormer, in opdracht van dhr. Bouwen van Trend Cosmetics B.V. te Nibbixwoud. Het project is een onderdeel van het Novem BSE programma en valt in de categorie “praktijkexperiment” met de titel “Praktijkexperiment EP+ project Nieuwbouw Trend Cosmetics B.V.” (NOVEM projectnummer 169.124.0036).

INHOUD

SAMENVATTING	5
PROJECTBLAD: TREND COSMETICS B.V. TE NIBBIXWOUD	6
1. DOELSTELLING	9
2. PROJECTBESCHRIJVING	10
3. REFERENTIESITUATIE EN ONTWERP	12
3.1 Beschrijving gebouwnorm EP=1,9	12
3.2 Geplande energiebesparende maatregelen EP=1,0	13
3.3 Energiegebruik	15
4. GEREALISEERD GEBOUW	16
4.1 Gerealiseerde energiebesparende maatregelen	16
4.2 Energiegebruik	19
4.3 Aandachtspunten gebouwontwerp	20
5. KOSTENEVALUATIE	21
5.1 Gerealiseerde energiebesparing	21
5.2 Kosten energiebesparende maatregelen	21
5.3 Kosteneffectiviteit	22
6. CONCLUSIES	23
LITERATUUR	24
BIJLAGE A: AANZICHTEN BEDRIJFSKANTOOR	25
BIJLAGE B: EP-BEREKENING REFERENTIESITUATIE	28
BIJLAGE C: EP-BEREKENING GEBOUWONTWERP EP=1,05	33
BIJLAGE D: EP-BEREKENING GEBOUWREALISATIE EP=0,99	38

SAMENVATTING

In opdracht van Trend Cosmetics B.V. te Nibbixwoud heeft de groep Duurzame Energie in de Gebouwde Omgeving (DEGO) van ECN een studie uitgevoerd naar de gerealiseerde energiebesparing en de hiervoor gemaakte meerkosten van de energiebesparende maatregelen voor het nieuwe bedrijfskantoor van deze firma.

Uit een eerder uitgevoerde haalbaarheidsstudie is gebleken dat een warmtepompinstallatie met 24 energiepalen in combinatie met vloerverwarming en gebalanceerde ventilatie het goed geïsoleerde gebouw van warmte kan voorzien. Tevens kan in de zomer dezelfde installatie voldoende koelvermogen leveren door middel van vloerkoeling (directe koeling door warmte afgifte aan de bodem met behulp van de energiepalen).

De meerkosten van het totale uitgevoerde maatregelenpakket bedragen fl. 130.000,- (excl. BTW). Hierbij geldt een EP van 0,99, waardoor het gebouw iets beter presteert dan de beoogde EP van 1,05. Na de ingebruikname van het gebouw is door de ondernemer besloten een compressiekoelmachine ($3,5 \text{ kW}_{\text{th}}$) te plaatsen in het penthouse, een ontvangstruimte voor gasten op de 2^e verdieping. Echter door de relatief kleine oppervlakte van het penthouse, het relatief lage koelvermogen van de unit en de gedeeltelijke compensatie voor koeling in de EP-berekening heeft dit geen significant effect op de EP (EP blijft dus 0,99).

In de referentiesituatie, waarbij geldt $EP=1,84$, is met het pakket TRNSYS een warmtebehoefte van 442 GJ berekend. Voor het gerealiseerde gebouw is een warmtevraag van 42 GJ berekend. De totale jaarlijkse CO_2 uitstoot is hierbij gedaald van 71074 kg naar 40297 kg. Om dit te realiseren zijn meerkosten gemaakt van fl. 87,- / m^2 . Dit komt overeen met een reductie van 0,24 kg CO_2 uitstoot per extra geïnvesteerde gulden en een besparing van ruim 400 MJ/ m^2 aan primaire energie.

PROJECTBLAD: TREND COSMETICS B.V. TE NIBBIXWOUD

Het nieuwe bedrijfskantoor van Trend Cosmetics B.V. heeft een gebruiksoppervlakte van 1490 m², verdeeld in 483 m² kantoorruimte, 90 m² kantine en de rest werkplaats/magazijn. Het gebouw bestaat uit drie bouwlagen, waarvan de derde een penthouse is (82 m²).

Tijdens het ontwerp van het gebouw heeft de ondernemer/eigenaar duidelijk aangegeven het vernieuwende karakter van zijn producten ook in het gebouw terug te willen laten komen. Dit is technisch vertaald tot de doelstelling de EP en de warmtevraag van het nieuwe bedrijfskantoor te halveren ten opzichte van de (destijds) geldende norm EP = 1,90. En om deze doelstelling te realiseren is gekozen voor één van de nieuwste technologieën (op dat moment nog niet marktrijp) op het gebied van warmtevoorziening, namelijk een warmtepompinstallatie met energiepalen. In combinatie met vloerverwarming kan deze installatie ingezet worden voor zowel verwarming als directe koeling. Samen met een aantal eenvoudige bouwkundige maatregelen leidt dit tot een zeer energiezuinig gebouw.

Referentiesituatie EP = 1,84

In de traditionele opzet zou dit bedrijfskantoor verwarmd worden door een HR-ketel in combinatie met radiatoren. Met compressiekoelmachines wordt voor topkoeling gezorgd. Via ventilatieroosters in de gebouwschil (natuurlijke ventilatie) komt verse lucht binnen, welke mechanisch weer afgezogen wordt, via regelbare ventilatoren. Het warm tapwater wordt geleverd door een elektrische boiler en er is standaard TL-verlichting (14 W/m²) aanwezig. De gebouwschil heeft de vereiste minimale Rc-waarden van 2,5 m².K/W met een luchtdoorlatendheid van 1,0 dm³/s.m² en voor het glas geldt U = 1,7 W/m².K. Uit de EP-berekening volgt dan EP = 1,84.

Doelstelling EP = 1,0

Na een verkennende studie van ECN bleek het mogelijk te zijn het gebouw van warmte en koude te voorzien met een warmtepomp in combinatie met 24 energiepalen. In de winter onttrekken deze palen warmte aan de bodem. Het circuit door deze palen is aangesloten op de verdampers van een 14 kW_{th} warmtepomp. Aan de condensorzijde bevindt zich de vloerverwarming. In de zomer wordt de (afgekoelde) bodem gebruikt als koudebron voor het vloersysteem. Hierbij wordt het vloersysteem via een platenwisselaar direct gekoeld door het circuit door de energiepalen.

Daarnaast wordt er gebalanceerde ventilatie toegepast. Met behulp van een Kantherm-unit kan 90% van de warmte in de ventilatielucht worden teruggewonnen. De verlichting wordt gereduceerd tot 11 W/m². Tevens wordt de gebouwschil aanzienlijk verbeterd, enerzijds door betere isolatie, anderzijds door toepassing van HR++ glas (U=1,1 W/m².K). De luchtdoorlatendheid is door de architect in het ontwerp bepaald op 0,07 dm³/s.m².

In tabel 1 is een overzicht gegeven van de bovengenoemde maatregelen. Uit de EP-berekening volgt EP = 0,99, hetgeen inderdaad bijna een halvering is van de destijds geldende norm. Vanwege het risico van oververhitting in het penthouse (3^e bouwlaag) is er een compressiekoelmachine geplaatst. Dit is gedaan omdat het penthouse wordt gebruikt voor de ontvangst van gasten, waarbij van oververhitting geen sprake mag zijn. Echter door de relatief kleine oppervlakte van het penthouse, het relatief lage koelvermogen van de unit en de gedeeltelijke compensatie voor koeling in de EP-berekening heeft dit geen significant effect op de EP (EP blijft dus 0,99).

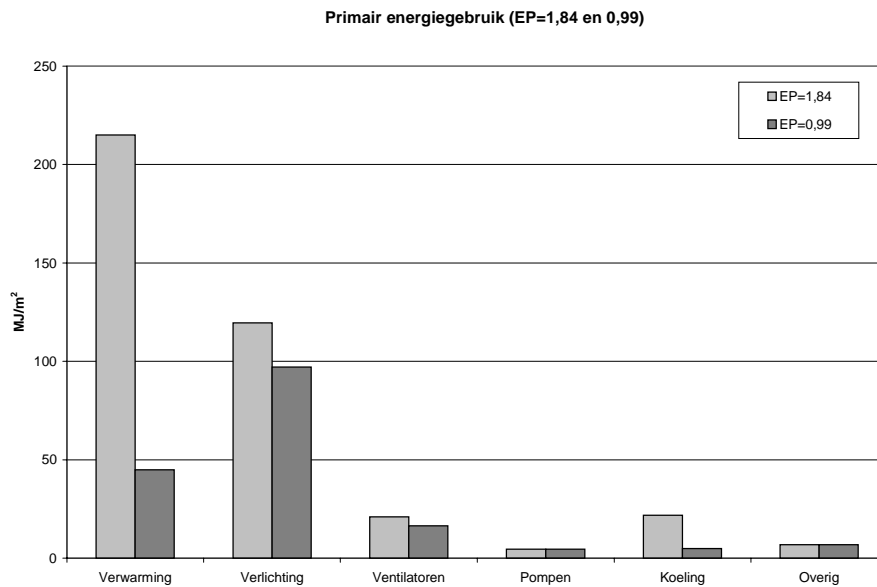
Conclusie

Dit project laat zien dat een halvering van de EP voor een kantoorgebouw technisch goed haalbaar is en dat een gecombineerde warmte- en koudevoorziening met behulp van een warmtepomp met energiepalen een marktrijp systeem is, dat resulteert in een aangenaam binnenklimaat en een constante binnentemperatuur. Oververhitting is nog niet voorgekomen op de eerste twee bouwlagen.

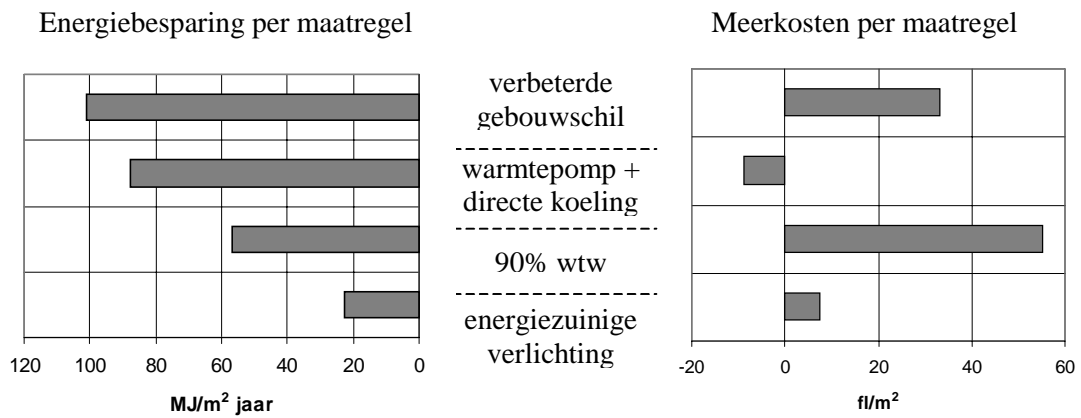
KENMERKEN GEBOUW EN INSTALLATIE		
	Referentie (EP = 1,84)	Gerealiseerd (EP = 0,99)
Gebruiksoppervlak	1490 m ²	
Gebouwschil oppervlak	2248 m ²	
Percentage glas in gevel	22,7 %	
Percentage glas in dak	0 %	
Rc dak (werkplaats, kantoor)	2,6 K.m ² /W	5,0 K.m ² /W
Rc dak (penthouse)	2,5 K.m ² /W	5,0 K.m ² /W
Rc gevel (spouwmuur)	2,5 K.m ² /W	3,5 K.m ² /W
Rc gevel (gevelpanelen)	2,5 K.m ² /W	6,7 K.m ² /W
Rc vloer	2,4 K.m ² /W	3,0 K.m ² /W
U raam	1,7 W/m ² .K	1,1 W/m ² .K
ZTA-waarde glas	0,54	0,34
Luchtdoorlatendheid (q _{v,10;kar} /m ²)	1,0 dm ³ /s.m ²	0,07dm ³ /s.m ² *
Warmte opwekking	HR-ketel	warmtepomp + energiepalen
Warmte afgifte	radiatoren	vloerverwarming
Koude opwekking	airconditioners	bodem (energiepalen) + airconditioner
Koude afgifte	airconditioners	vloerkoeling + airconditioner
Ventilatiesysteem	natuurlijke toevoer, mechanische afvoer	mech. ventilatie met warmteterugwinning
Warmte terugwinning	geen	90%
Luchtverversing	0,5 h ⁻¹	0,3 - 0,5 h ⁻¹
Verlichtingsvermogen	14 W/m ²	11 W/m ²
Verlichtingsregeling	vertrekschakeling	vertrekschakeling
Warm tapwater bereiding	elektrische boiler	elektrische boiler

Tabel 1: *Overzicht energiebesparende maatregelen Trend Cosmetics B.V.*
(* opgave architect)

Onderstaande gegevens zijn bepaald met behulp van EP-berekeningen. Uitgangspunt hierbij was de EP-berekeningsmethode, zoals deze ten tijde van het gebouwontwerp gehanteerd werd.



Totaal primair energiegebruik bij EP=1,84	389 MJ/m ²
Totaal primair energiegebruik bij EP=0,99	175 MJ/m ²



Energiebesparing totaal 214 MJ/m ²	Meerkosten totaal	fl. 87,-/m ²
---	-------------------	-------------------------

1. DOELSTELLING

De groep Duurzame Energie in de Gebouwde Omgeving (DEGO) van ECN heeft in '98/'99 voor de firma Trend Cosmetics B.V. een haalbaarheidsstudie [4] uitgevoerd naar de mogelijke energiebesparende maatregelen voor haar nieuwe bedrijfskantoor op het industrieterrein Overspoor te Nibbixwoud. Uitgangspunt hierbij was de wens van de eigenaar van de firma dat het gebouw een voorbeeldfunctie moet hebben op het gebied van energie en milieu, waarbij “nieuwe technieken het vernieuwende karakter van het bedrijf onderstrepen”. Deze wens is in overleg met DEGO vertaald in de volgende doelstelling:

Halvering van het primaire energiegebruik voor verwarming, verlichting, koeling en ventilatie (ten opzichte van de destijds geldende norm $EP=1,9$) en toepassing van energiepalen in combinatie met een warmtepomp.

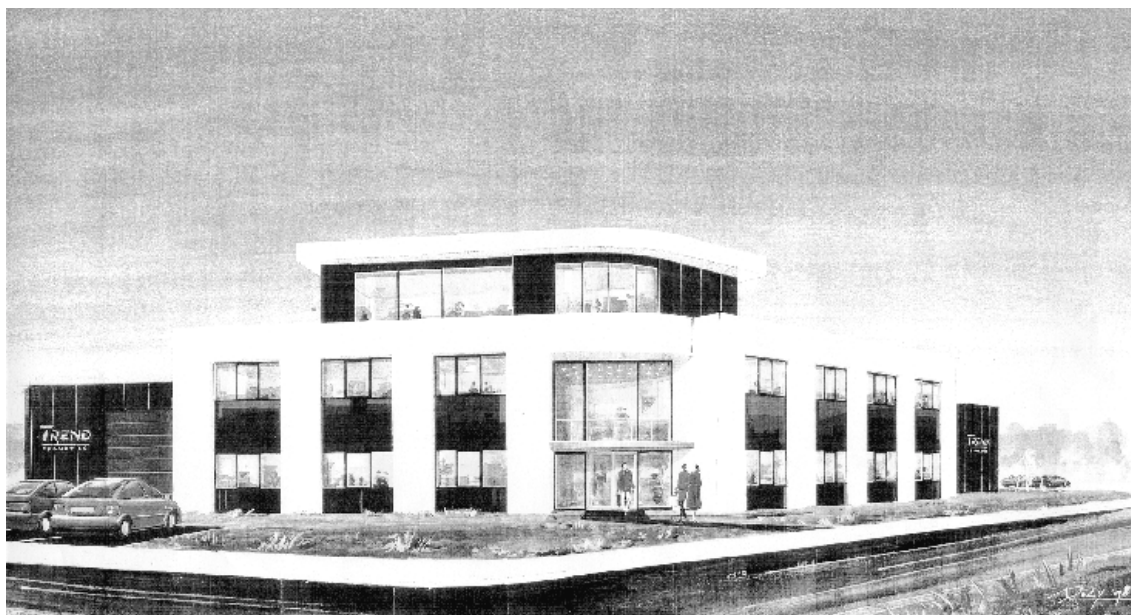
De haalbaarheidsstudie heeft geleid tot een pakket van energiebesparende maatregelen (EP van 1,9 naar 1,0) met als belangrijkste elementen extra isolatie, verhoogde kierdichtheid, buitenzonwering, gebalanceerde ventilatie, een warmtepomp en directe koeling met behulp van energiepalen. Onder gedane aannames bleek dat dit pakket een netto besparing op de jaarlasten oplevert [1].

Nu, bijna een jaar na de ingebruikname (september 1999) van het gebouw worden de energieprestatie en de kosteneffectiviteit van het maatregelenpakket geëvalueerd. Hierbij zal in het bijzonder gekeken worden naar de bouwkundige/installatietechnische maatregelen en naar de grootte en de oorzaak van het eventuele verschil tussen geplande en gemaakte kosten.

Deze evaluatie wordt uitgevoerd in opdracht van dhr. Bouwen van Trend Cosmetics B.V. voor Novem, als praktijkexperiment binnen het BSE-programma “Diensten”. Het nieuwbouwproject komt hiermee in aanmerking voor subsidiëring van een gedeelte van de gemaakte extra kosten (extra ten opzichte van de norm $EP=1,9$).

2. PROJECTBESCHRIJVING

Deze studie heeft betrekking op het nieuwe bedrijfskantoor van het cosmeticabedrijf Trend Cosmetics B.V. op het industrieterrein Overspoor te Nibbixwoud. De architect van het gebouw is dhr. K.J. Johannes van architectenbureau Getrabo B.V. te Wieringerwerf. De installateur is M&O Techniek te Wormer.



Figuur 2.1: *Ontwerp bedrijfskantoor Trend Cosmetics B.V.*

Het bedrijfskantoor bestaat uit een magazijn, een productieruimte, verpakkingsruimtes, kantoren en een kantine. Het gebouw telt drie bouwlagen, waarvan de laatste een penthouse is. Het totale gebruiksoppervlak (aanbouw met functies als opslag halffabrikaat, tuingereedschap, personeelsingang en dergelijke niet meegerekend) is 1490 m², waarvan het kantoor 483 m² beslaat en de kantine 90 m². Het grootste deel van het glas bevindt zich in de kantoorgevel, gericht op het zuiden en het oosten. De entree bestaat uit een zuidoost georiënteerde glaspartij. Aanzichten van het gebouw zijn weergegeven in bijlage A.

De eigenaar van het cosmeticabedrijf geeft de volgende motivatie voor het bouwen van een dergelijk energiezuinig bedrijfskantoor:

“Trend Cosmetics neemt binnen de internationale cosmeticawereld een zeer eigen plaats in als productvernieuwer. Spectaculaire vernieuwingen van producten liggen aan de basis van het internationale succes van het bedrijf. Letterlijk over de hele wereld. Dit succes leidde tot de noodzakelijke nieuwbouw.

Niet alleen de luxe van de cosmeticawereld moet in het nieuwe pand zijn terug te vinden, maar zeker ook de nieuwste technologieën op velerlei gebied. Dit onderstreept het vernieuwende karakter van het bedrijf. Daar mag nadrukkelijk aan gekoppeld worden de wens om als verantwoordelijk ondernemer, daar waar dat in de realiteit mogelijk is, een bijdrage te leveren aan ‘het milieu’: nu en in de toekomst. De voorbeeldfunctie mag dan ook nadrukkelijk worden uitgedragen.”

Dat bij het kiezen uit “de nieuwste technologieën op velerlei gebied” niet voor de bekende weg is gekozen, blijkt het meest uit het feit dat de warmtevoorziening volledig verzorgd wordt door een warmtepomp in combinatie met zogenaamde energiepalen, welke als bodemwarmtewisselaar functioneren.

In september 1999, één jaar na het slaan van de eerste paal, is het gebouw in gebruik genomen.

3. REFERENTIESITUATIE EN ONTWERP

De energieprestatie van een gebouw wordt normaliter beoordeeld aan de hand van de Energie Prestatie Norm (EPN ofwel EP). De EP-waarde van een gebouw geeft een indicatie van de hoeveelheid primaire energie die het gebouw gebruikt ten opzichte van de gestelde norm, gecorrigeerd voor het gebruiksoppervlak en de functie van het gebouw. Ten tijde van het ontwerp van het bedrijfskantoor voor Trend Cosmetics B.V. was de norm EP=1,9 voor gebouwen met een kantoorfunctie. Inmiddels is deze norm bijgesteld naar 1,6.

In het betreffende gebouw zijn drie functies verenigd, namelijk:

- een kantoorfunctie 483 m²
- een horecafunctie (kantine) 90 m²
- een industriefunctie (werkplaats) 917 m²

(excl. opslag halffabrikaat en opslag tuingereedschap)

Voor de industriefunctie bestaat geen EP-norm en dus zal een EP-berekening zich beperken tot het kantoor en de kantine, in totaal 38% van de totale gebruiksoppervlakte. Omdat de kantine slechts 16% van het niet-werkplaatsgedeelte beslaat, is in deze studie aan de kantine ook een kantoorfunctie toegekend (EP-norm 1,9 i.p.v. 2,2).

Bij de nieuwbouw was de doelstelling de EP-waarde te halveren ten opzichte van de referentiesituatie waarbij geldt EP=1,9. Om inzicht te krijgen in de noodzakelijke maatregelen om dit doel te halen, is eerst een referentiesituatie voor dit bedrijfskantoor gedefinieerd.

3.1 Beschrijving gebouwnorm EP=1,9

De bouwkundige gegevens in de referentiesituatie zijn bepaald in overeenstemming met het Bouwbesluit [2], waarin voor de dichte delen van de gebouwschil een minimumwaarde voor de Rc wordt geëist van 2,5 m².K/W. Op basis van informatie van de architect en van de Stichting Bouwresearch [3] zijn de materiaaleigenschappen bepaald, zoals weergegeven in tabel 3.1.

Om te besparen op het te installeren koelvermogen en om het comfort te verhogen, is er gekozen voor buitenzonwering. De zonwering is op het gebouwbeheersysteem aangesloten, welke ervoor zorgt dat in de zomer bij zonsopgang direct de zonwering naar beneden kan om vroege oververhitting te voorkomen.

Het verwarmingssysteem bestaat uit een HR-ketel met 90/70 radiatoren met water als medium. De stooklijn is zodanig dat bij de laagste buitentemperatuur de aanvoertemperatuur 90°C is. Tijdens kantoor tijden (op werkdagen van 07.00u tot 19.00u) is de gewenste vertrektemperatuur 20°C. Er wordt nachtverlaging naar 15°C toegepast.

Naast de HR-ketel zijn er nog een aantal interne warmtebronnen, namelijk 10 W/m² aan apparatuur (behalve in penthouse), 5 W/m² in de kantine en 35 personen à 60 W. Hiervan werken er 20 op de begane grond, 10 op de eerste verdieping en 5 in het penthouse.

Er is uitgegaan van topkoeling met eenvoudige compressiekoelmachines: splitunits in de werkplaats en een KX-systeem in het kantoor. Er wordt gekoeld als de binnentemperatuur hoger is dan 25°C. Voor ventilatie wordt gebruik gemaakt van natuurlijke toevoer en van mechanische afvoer. Het ventilatievoud (verversing uitgedrukt in aantal keer het gebouwvolume per uur) is bepaald op 0,5 h⁻¹. Hierbij is uitgegaan van de norm van 50 m³/uur per persoon en een toeslag voor een puntafzuiging in de werkplaats. Er vindt geen warmteterugwinning uit ventilatielucht plaats. Het infiltratievoud wordt gesteld op 1,0 dm³/s.m². Er is standaard TL-verlichting met een vermogen van 14 W/m² geïnstalleerd. De verlichting is verdeeld in een raam- en een gangzone, die apart regelbaar zijn. Voor warm tapwater is in de kantine een elektrische close-in boiler geplaatst. De boiler bevindt zich dicht bij het tappunt. In tabel 3.1 zijn de bouwkundige en installatietechnische gegevens samengevat.

Bouwkundige gegevens	
Gebruiksoppervlak	1490 m ²
Gebouwschil oppervlak (vloer, gevel, dak)	2248 m ²
Percentage glas in gevel	22,7 %
Percentage glas in dak	0 %
Rc dak penthouse / overig	2,5 / 2,6 K.m ² /W
Rc gevel	2,5 K.m ² /W
Rc begane grond vloer	2,4 K.m ² /W
U raam	1,7 W/m ² .K
ZTA- waarde raam	0,54
Luchtdoorlatendheid (q _{v,10;kar} /m ²)	1,0 dm ³ /s.m ²
Installatietechnische gegevens	
Warmte opwekking	HR-ketel
Warmte afgifte	radiatoren
Koude opwekking	airconditioners
Koude afgifte	airconditioners
Ventilatie systeem	natuurlijke toevoer, mechanische afvoer
Rendement warmteterugwinning	geen
Luchtverversing	0,5 h ⁻¹
Verlichtingsvermogen	14 W/m ²
Verlichtingsregeling	vertrekschakeling
Warm tapwater bereiding	elektrische boiler

Tabel 3.1: *Technische gegevens voor referentiesituatie.*

In bijlage B is de EP-berekening weergegeven voor bovenstaande configuratie. De uiteindelijke energieprestatie is EP=1,84. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat het EP-pakket rekent met een vaste waarde voor het ventilatievoud van 1,2.

3.2 Geplande energiebesparende maatregelen EP=1,0

De doelstelling van het nieuwbouwproject laat zich grofweg vertalen in een halvering van de energieprestatie van het bedrijfskantoor. Om dit doel te halen is er in overleg met DEGO een pakket energiebesparende maatregelen opgesteld. De bouwkundige wijzigingen t.o.v. de referentiesituatie zijn weergegeven in tabel 3.2.

Bouwkundige maatregelen	Referentie	ECN studie
Rc dak (penthouse)	2,5 K.m ² /W	5,3 K.m ² /W
Rc dak (werkplaats, kantoor)	2,6 K.m ² /W	4,5 K.m ² /W
Rc gevel (spouwmuur)	2,5 K.m ² /W	3,7 K.m ² /W
Rc gevel (gevelpanelen)	2,5 K.m ² /W	3,0 K.m ² /W
Rc begane grond vloer	2,4 K.m ² /W	2,4 K.m ² /W
U raam	1,7 W/m ² .K	1,4 W/m ² .K
ZTA-waarde glas	0,54	0,43
Luchtdoorlatendheid	1,0 dm ³ /s.m ²	0,07 dm ³ /s.m ² *

Tabel 3.2: *Bouwkundige maatregelen voor doelstelling. (* opgave architect)*

Daarnaast worden er een aantal wijzigingen aangebracht in de installaties van het gebouw. De HR-ketel wordt vervangen door een (elektrische compressie-) warmtepomp, die warmte onttrekt aan de bodem middels 24 energiepalen [4]. De warmtepomp verzorgt de basislast van de warmtevoorziening, bij pieklast springt een HR-ketel bij. Als afgiftesysteem is vloerverwarming gekozen. De topkoeling wordt vervangen door directe koeling met behulp van de energiepalen. Via een warmtewisselaar wordt het medium in het vloersysteem, zonder tussenkomst van de warmtepomp, direct gekoeld door het medium in de energiepalen.

De mechanische ventilatie wordt vervangen door balansventilatie met 90% warmteterugwinning. Het ventilatievoud blijft $0,5 \text{ h}^{-1}$. De kierdichting wordt sterk verbeterd tot een luchtdoorlatendheid van $0,07 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$ (opgave architect). De standaard TL-verlichting wordt vervangen door energiezuinige verlichting met een vermogen van $11 \text{ W}/\text{m}^2$. De verdeling in 2 onafhankelijk schakelbare zones wordt aangehouden. De warm tapwater voorziening blijft ongewijzigd; een elektrische close-in boiler. In tabel 3.3 zijn de installatietechnische wijzigingen t.o.v. de referentiesituatie samengevat.

Installatietechnische maatregelen	Referentie	ECN studie
Warmte opwekking	HR-ketel	warmtepomp + energiepalen
Warmte afgifte	radiatoren	vloerverwarming
Koude opwekking	airconditioners	directe koeling mbv. energiepalen
Koude afgifte	airconditioners	vloerkoeling
Ventilatiesysteem	natuurlijke toevoer, mechanische afvoer	balansventilatie
Warmteterugwinning	geen	90%
Luchtverversing	$0,5 \text{ h}^{-1}$	$0,5 \text{ h}^{-1}$
Verlichtingsvermogen	$14 \text{ W}/\text{m}^2$	$11 \text{ W}/\text{m}^2$
Verlichtingsregeling	vertrekschakeling	vertrekschakeling
Warm tapwater bereiding	elektrische boiler	elektrische boiler

Tabel 3.3: *Installatietechnische maatregelen voor doelstelling.*

Bovenstaand maatregelenpakket resulteert in een aanzienlijke verlaging van de EP-waarde van het gebouw van $EP=1,84$ naar $EP=1,05$, al worden niet alle elementen door de EP-norm gewaardeerd. In bijlage C is de EP-berekening voor het totale maatregelenpakket weergegeven. In de haalbaarheidsstudie [1] is aangetoond dat het gekozen pakket een netto besparing op de jaarlasten oplevert van fl.740,-. Hierbij is rekening gehouden met afschrijving van installaties in 15 jaar en van gebouwgebonden maatregelen in 50 jaar bij een rente van 4%. Uitgangspunt hierbij waren de meerkosten van de diverse maatregelen zoals opgegeven door de architect en de installateur.

Naast een netto besparing, wordt ook een hoger thermisch comfort verwacht. Door de goede kierdichting is er geen sprake van tocht en door de gebalanceerde ventilatie heeft de toegevoerde ventilatielucht een temperatuur die slechts enkele graden onder de 20°C ligt. De vloerverwarming leidt tot een gelijkmatigere verticale temperatuurverdeling in de ruimtes dan bij radiatorverwarming. Bovendien is er, door het ontbreken van radiatoren, meer vloeroppervlak beschikbaar voor gebruik.

3.3 Energiegebruik

Vanwege het indicatieve karakter van de EP-berekening in het algemeen, is het energiegebruik van de verschillende gebouwvarianten berekend met het simulatiepakket TRNSYS (versie 14.2). Voor de twee bovenstaande configuraties zijn jaarsimulaties uitgevoerd met de weergegevens van De Bilt. De simulaties geven inzicht in de effecten van de energiebesparende maatregelen op het totale energiegebruik. Naast totale jaarcijfers kunnen met TRNSYS ook de jaarbelastingsduurkrommen voor verwarming en koeling worden opgesteld, waarmee de te installeren vermogens bepaald kunnen worden. In tegenstelling tot de EP-berekeningen wordt nu de werkplaatsruimte wel meegenomen. De uitkomsten hebben dus betrekking op het totale gebruiksoppervlak van het gebouw (1490 m²).

In [1] is de opzet voor de simulaties beschreven.

	Referentie	Doelstelling
Transmissie	339 GJ	330 GJ
Ventilatie	85 GJ	10 GJ
Infiltratie	516 GJ	45 GJ
Interne warmtelast	422 GJ	380 GJ
Zoninval	77 GJ	52 GJ
Totale warmtevraag	442 GJ	57 GJ
Totale koelvraag	5 GJ	19 GJ
Uitstoot door verwarmen met HR-ketel	26297 kg	339 kg
Uitstoot door verwarmen met WP	- kg	1802 kg
Uitstoot door koelen	176 kg	100 kg
Uitstoot door ventileren	2096 kg	1184 kg
Uitstoot door verlichten	24652 kg	19369 kg
Uitstoot door warm tapwater bereiding	244 kg	244 kg
Uitstoot door apparatuur	17609 kg	17822 kg
Totale jaarlijkse CO ₂ uitstoot	71074 kg	40860 kg

Tabel 3.4: *Energiebalans en totale CO₂ uitstoot.*

Voor de omzetting van GJ naar kg CO₂ zijn de volgende aannames gedaan:

- ketelrendement 85%
- warmtepomp COP 3,0
- centrale rendement 48%
- directe koeling COP 20
- warm tapwater: kantine (90 m²) 15 MJ/m², $\eta_{opw} = 0,28$
- aardgas: verbrandingswaarde 35 MJ/m³,
CO₂ productie bij volledige verbranding 1,77 kg/m³

De TRNSYS-berekening laat zien dat de warmtevraag daalt van 442 GJ naar 57 GJ. Belangrijkste oorzaak hiervoor is de daling van infiltratieverliezen. De lagere warmtevraag en de inzet van een warmtepomp (efficiënter dan een HR-ketel) leiden tot een aanzienlijke verlaging in de CO₂ uitstoot voor verwarmen. De energiepalen kunnen in de zomer gebruikt worden voor directe koeling, hiervoor is alleen pompenergie nodig. Echter door de goede isolatie van het gebouw is de koellast 4 keer zo hoog geworden. Dit resulteert uiteindelijk in een "slechts" 43% lagere CO₂ uitstoot voor koelen. In de CO₂ uitstoot door verlichting, warm tapwater bereiding en apparatuur verandert relatief weinig, waardoor de reductie van de totale jaarlijkse CO₂ uitstoot niet zo sterk is als de daling in warmtevraag, maar uitkomt op ruim 40%.

4. GEREALISEERD GEBOUW

Nu het gebouw daadwerkelijk gebouwd en in gebruik genomen is, is de energieprestatie geëvalueerd. Het uiteindelijk gerealiseerde gebouw wijkt in lichte mate af van de situatie zoals beschreven is voor het behalen van de doelstelling. Hierdoor zal de EP-waarde en de energiebalans van het gebouw afwijken van de waarden zoals beschreven in voorgaande hoofdstukken.

In dit hoofdstuk wordt gekeken naar de afwijkingen op gebouw en installatie niveau ten opzichte van de doelstelling. De berekende warmtevraag voor de gerealiseerde situatie wordt vergeleken met de warmtevraag berekend voor de doelstelling. Tenslotte worden nog enkele zaken toegelicht die na ingebruikname van het gebouw zijn gebleken.

4.1 Gerealiseerde energiebesparende maatregelen

Figuur 4.1 bevat een foto van het gerealiseerde gebouw, gericht op de zuidgevel. Opvallend is dat - bij ontwerpers veelal niet zo populaire - zonneschermen door de gekozen kleur (rood) deel lijken uit te maken van het geheel, doordat hetzelfde rood gekozen is voor bijvoorbeeld de magazijndeuren.



Figuur 4.1: *Bedrijfskantoor Trend Cosmetics B.V.*

In de afmetingen en geplande oriëntatie van de verschillende componenten van de gebouwschil zijn tijdens de bouw ten opzichte van de tekeningen geen wijzigingen opgetreden. Wel zijn er lichte afwijkingen in de Rc-waarden van een aantal componenten. Zo is bijvoorbeeld de spouwmuur iets minder goed geïsoleerd dan gepland ($R_c=3,5$ i.p.v. $3,7 \text{ K.m}^2/\text{W}$) en de vloer op de begane grond iets beter ($R_c=3,0$ i.p.v. $2,4 \text{ K.m}^2/\text{W}$). Tevens is er gekozen voor betere beglazing met $U_{\text{glas}}=1,1 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

Echter na de bouw bleken er bij het plaatsen van de sandwich-gevelpanelen door de aannemer een aantal grove fouten te zijn gemaakt. Deze fouten varieerden van het plaatsen van te korte - vertikaal geplaatste- panelen (waardoor ze niet aansloten op de dakconstructie) tot het niet correct laten aansluiten van de panelen onderling en van de panelen op de kozijnen. Omdat het gebouw, als gevolg van de centimeters grote kieren, niet voldeed aan de afspraken, zoals gemaakt tussen de eigenaar en de aannemer, met betrekking tot een zeer goede kierdichting, is er op kosten van de aannemer een tweede huid van sandwich-gevelpanelen om de betreffende

ruimten geplaatst. Naast een goede kierdichtheid heeft deze tweede huid ook een verhoging van de Rc-waarde tot gevolg van 3,1 naar 6,7 K.m²/W. In tabel 4.1 wordt een overzicht gegeven van de bouwkundige gegevens voor de referentie, doelstelling en realisatie van het bedrijfskantoor.

De gerealiseerde luchtdoorlatendheid is moeilijk exact te bepalen. Omdat er speciale aandacht is besteed aan kierdichting, mag verondersteld worden dat er van “zeer goede” kierdichting sprake is. Aanname is dan ook dat de geplande luchtdoorlatendheid van 0,07 dm³/s.m² gerealiseerd is. Voor de warmte opwekking is het concept uit de ECN-studie [4] gehandhaafd: een warmtepomp met energiepalen. Er is een Stiebel Eltron water/water warmtepomp van 14 kW thermisch vermogen geplaatst, welke gestuurd wordt door een buitentemperatuur afhankelijke regeling. De warmtepomp is zo gedimensioneerd dat in 90% van de jaarlijkse warmtevraag voorzien kan worden. Voor de overige 10% is een ATAG HR-combiketel van 51 kW geplaatst. In de bodem bevinden zich 24 energiepalen van 14 meter lengte, welke parallel geschakeld zijn met gelijke aansluitwaarden. Elke paal is bij de verdeler voorzien van een aparte afsluiter. Het circuit door de palen bestaat uit 20×2 PE-buizen, gevuld met een mengsel van 80% water en 20% Glycol. Dit circuit is -voorzien van pompen en kleppen- aangesloten op de warmtepomp (verdamperzijde) en een platenwarmtewisselaar. Als warmte afgiftesysteem is vloerverwarming gekozen. De totale vloeroppervlakte van het bedrijfskantoor is voorzien van een Wirsbo vloerverwarmingssysteem, waarbij het verlegpatroon maximaal 150 mm is en retour en aanvoer naast elkaar liggen.



Figuur 4.2: Installatie Trend Cosmetics B.V.

De reeds genoemde Alfa Laval platenwarmtewisselaar wordt gebruikt voor directe koeling. De vloeistof in het vloersysteem wordt via deze warmtewisselaar gekoeld door het medium uit de energiepalen. Een aantal kleppen en een pomp zorgt voor een bypass rond de warmtepomp tijdens het koelen.

Ondanks een zorgvuldige dimensionering van het koelend vermogen van het totale systeem, was er in het penthouse toch in lichte mate sprake van oververhitting. Omdat in het penthouse gasten worden ontvangen en presentaties worden gehouden, is besloten hier een kleine compressiekoelmachine (3,5 kW_{th}) in het systeemplafond te plaatsen om een comfortabel binnenklimaat te waarborgen.

In de werkplaats en in het kantoor wordt het binnenklimaat door de werknemers als zeer aangenaam ervaren. Oververhitting is hier nog niet voorgekomen sinds de ingebruikname van het gebouw.

Het ventilatiesysteem bestaat hoofdzakelijk uit een kantelklep systeem. Daarnaast is er in het magazijn een puntafzuiging aanwezig en een tweetal StorkAir wtw-units in een speciale ruimte waar met chemicaliën wordt gewerkt. Het maximale ventilatievoud voor het totale bedrijfskantoor is $0,5 \text{ h}^{-1}$.

Gedurende een bezoek aan Trend Cosmetics en gesprekken met werknemers bleek dat het ventilatievoud voldoende is voor een aangenaam binnenklimaat en afzuiging van de vluchtige stoffen, die vrijkomen in de werkplaats.

De verlichting is geïnstalleerd zoals gepland: 11 W/m^2 met vertrekschakeling.

In het bedrijfskantoor zijn verder de gebruikelijke apparaten geplaatst, zoals computers, printers en een kopieermachine. Ook de kantine is voorzien van de gebruikelijke keukenapparatuur. Er kan dus vanuit gegaan worden dat de waarden, zoals gebruikt in de ECN studie (afkomstig uit NEN 2916) gehandhaafd kunnen worden. Wel bleek dat het aantal personen, dat werkzaam is in het gebouw, lager is dan aangenomen werd in de studie. Op een normale werkdag zijn er 15 mensen in het pand, waarvan 13 op de begane grond en 2 op de eerste verdieping. Het penthouse wordt zelden gebruikt.

In tabel 4.1 is het bovenstaande puntsgewijs weergegeven met daarbij de waarden zoals aangenomen voor de referentiesituatie en de doelstelling. In bijlage D is de EP-berekening voor het gerealiseerde gebouw opgenomen. De wijzigingen in de gebouwschil resulteren in een verdere verlaging van de EP van 1,05 naar 0,99. Het toevoegen van de airconditioningsunit heeft geen significant effect op de uiteindelijke EP. Dit als gevolg van de relatief kleine oppervlakte van de gekoelde ruimte (penthouse), het relatief lage koelvermogen van de unit en de aanwezige compensatie voor koeling in de EP-berekening.

	Referentie (EP = 1,84)	ECN studie (EP = 1,05)	Gerealiseerd (EP = 0,99)
Gebruiksoppervlak	1490 m ²	1490 m ²	1490 m ²
Gebouwschil oppervlak	2248 m ²	2248 m ²	2248 m ²
Percentage glas in gevel	22,7 %	22,7 %	22,7 %
Percentage glas in dak	0 %	0 %	0 %
Rc dak (werkplaats, kantoor)	2,6 K.m ² /W	4,5 K.m ² /W	5,0 K.m ² /W
Rc dak (penthouse)	2,5 K.m ² /W	5,3 K.m ² /W	5,0 K.m ² /W
Rc gevel (spouwmuur)	2,5 K.m ² /W	3,7 K.m ² /W	3,5 K.m ² /W
Rc gevel (gevelpanelen)	2,5 K.m ² /W	3,0 K.m ² /W	6,7 K.m ² /W
Rc begane grond vloer	2,4 K.m ² /W	2,4 K.m ² /W	3,0 K.m ² /W
U raam	1,7 W/m ² .K	1,4 W/m ² .K	1,1 W/m ² .K
ZTA- waarde glas	0,54	0,43	0,34
Luchtdoorlatendheid (q _{v,10;kar} /m ²)	1,0 dm ³ /s.m ²	0,07 dm ³ /s.m ² *	0,07 dm ³ /s.m ² *
Warmte opwekking	HR-ketel	warmtepomp + energiepalen	warmtepomp + energiepalen
Warmte afgifte	radiatoren	vloerverwarming	vloerverwarming
Koude opwekking	airconditioners	bodem (energiepalen)	bodem (energiepalen) + airconditioner
Koude afgifte	airconditioners	vloerkoeling	vloerkoeling + airconditioner

Ventilatiesysteem	natuurlijke toevoer, mechanische afvoer	mech. ventilatie met warmteterugwinning	mech. ventilatie met warmteterugwinning
Warmteterugwinning	geen	90%	90%
Benodigde luchtverversing	0,5 h ⁻¹	0,5 h ⁻¹	0,3 - 0,5 h ⁻¹
Verlichtingsvermogen	14 W/m ²	11 W/m ²	11 W/m ²
Verlichtingsregeling	vertrekschakeling	vertrekschakeling	vertrekschakeling
Warm tapwater bereiding	elektrische boiler	elektrische boiler	elektrische boiler
Personen	35	35	15
Apparatuur (werkplaats, kantoor)	10 W/m ²	10 W/m ²	10 W/m ²
Apparatuur (kantine)	5 W/m ²	11 W/m ²	11 W/m ²

Tabel 4.1: *Vergelijking referentie, doelstelling en realisatie van Trend Cosmetics B.V.*
(* opgave architect)

4.2 Energiegebruik

Ook voor het gerealiseerde gebouw is een TRNSYS-berekening uitgevoerd. Tabel 4.2 geeft een overzicht van de uitkomsten van de drie bestudeerde varianten. De totale jaarlijkse warmtebehoefte wordt berekend op 42 GJ. De warmtevraag is lager dan berekend voor de doelstelling als gevolg van de lagere transmissieverliezen. De koelbehoefte blijft ondanks de hoge isolatiewaarden gelijk, omdat interne warmteproductie en de zonbijdrage lager zijn dan bepaald voor de doelstelling.

	Referentie (EP = 1,84)	ECN studie (EP = 1,05)	Gerealiseerd (EP = 0,99)
Transmissie	339 GJ	330 GJ	291 GJ
Ventilatie	85 GJ	10 GJ	10 GJ
Infiltratie	516 GJ	45 GJ	45 GJ
Interne warmtelast	422 GJ	380 GJ	366 GJ
Zoninval	77 GJ	52 GJ	42 GJ
Totale warmtevraag	442 GJ	57 GJ	42 GJ
Totale koelvraag	5 GJ	19 GJ	19 GJ
Uitstoot door verwarmen (ketel)	26297 kg	339 kg	250 kg
Uitstoot door verwarmen (WP)	- kg	1802 kg	1328 kg
Uitstoot door koelen	176 kg	100 kg	100 kg
Uitstoot door ventileren	2096 kg	1184 kg	1184 kg
Uitstoot door verlichten	24652 kg	19369 kg	19369 kg
Uitstoot door warm tapwater bereiding	244 kg	244 kg	244 kg
Uitstoot door apparatuur	17609 kg	17822 kg	17822 kg
Totale jaarlijkse CO ₂ uitstoot	71074 kg	40860 kg	40297 kg

Tabel 4.2: *Vergelijking energiegebruik referentie, doelstelling en realisatie (berekend met TRNSYS). Hierbij is geen rekening gehouden met koeling door een compressiekoeler. Het huidige gebruikspatroon van de airco lijkt ook geen aanleiding te geven tot sterke afwijkingen t.o.v. bovenstaande waarden.*

In het kader van het Warmtepompenprogramma zijn door TNO-MEP een aantal meters en sensoren geplaatst, waarmee de prestaties van de warmtepompinstallatie gedurende minimaal een jaar gemeten en geanalyseerd zullen worden. Te zijner tijd zal er dus een vergelijk mogelijk zijn tussen de berekende en werkelijke warmtevraag van het bedrijfskantoor.

4.3 Aandachtspunten gebouwontwerp

- **Aansluitingen energiepalen**
In de praktijk bleek het aansluiten van de energiepalen op de warmtepomp lastiger dan verwacht. Dit had te maken met de drassige bodem en met de slechte bereikbaarheid van de palen. Hierdoor zijn de loonkosten voor het aansluiten van het water/glycol-net op de warmtepomp aanzienlijk hoger uitgevallen dan begroot.
Uiteraard is aan een drassige bodem weinig te doen, maar door goede samenwerking tussen aannemer en installateur kan de aansluiting in een vroeg stadium voorbereid worden, zodat de bereikbaarheid geen probleem hoeft te zijn.
- **Oververhitting penthouse**
Simulaties van het thermische gedrag van het bedrijfskantoor lieten zien dat rekening gehouden moest worden met mogelijke oververhitting in het penthouse. Maatregelen om oververhitting te beperken zijn onder andere zonwering, verdampingskoeling van het dakoppervlak, koeling van ventilatielucht en compressiekoeling.
 - Zonwering is een relatief goedkope maatregel zonder variabele kosten. Vanuit de stelling "voorkomen is beter dan genezen" verdient zonwering de voorkeur. Bijkomend voordeel is de mogelijkheid daglicht af te schermen bij het houden van presentaties in deze ruimte.
 - Verdampingskoeling zal in dit geval weinig effect hebben op de binnentemperatuur omdat het dak een hoge Rc-waarde heeft (5,0 K.m²/W).
 - De bodemwarmtewisselaars bieden de mogelijkheid de ventilatielucht van het penthouse 's nachts te koelen, waardoor aan het begin van de werkdag de ruimte op een aangename temperatuur is.
 - Een compressiekoelmachine kan de ruimte op elk gewenst moment koelen en kan eenvoudig ingesteld worden naar behoefte. Nadeel is het (hoge) energiegebruik en de kosten van onderhoud. Daarnaast kan de koude luchtstroom als tocht ervaren worden.

Bij de eerste drie maatregelen kan geen garantie gegeven worden dat oververhitting niet zal optreden. Omdat het penthouse gebruikt wordt als ontvangstruimte van (potentiële) klanten, is er geen risico genomen en heeft de installateur een compressiekoelmachine geïnstalleerd. Uiteraard is er van oververhitting nu geen sprake meer, zelfs bij de aanwezigheid van 20 mensen (gebruiksoppervlakte penthouse 82 m²), maar de toename in het energiegebruik zal hoger zijn dan bij de overige genoemde maatregelen.
- **Interne warmte**
Uit tabel 4.2 blijkt dat ruim 90% van de totale CO₂-uitstoot voor rekening is van apparatuur en verlichting. Uit inventarisatie bleek dat op de post "apparatuur" niet veel te bezuinigen valt, er wordt reeds met een minimum aan apparatuur gewerkt. Echter het geïnstalleerd vermogen aan verlichting zou wel verder teruggebracht kunnen worden, van 11 W/m² naar 9 W/m². Daarnaast kan het aantal branduren teruggebracht worden door daglichtafhankelijke schakeling en/of aanwezigheidsdetectie op plaatsen waar dit winst kan opleveren.

5. KOSTENEVALUATIE

Een besparing op primaire energie is een voordeel voor zowel het milieu als voor de jaarlijkse energiekosten van het gebouw. Echter, het is belangrijk in de gaten te houden wat de kosten zijn voor de realisatie van een dergelijke doelstelling. Daarom moeten de baten tegen de kosten afgezet worden.

5.1 Gerealiseerde energiebesparing

Uit tabel 4.2 blijkt dat de warmtevraag van het gebouw teruggebracht wordt van 442 GJ naar 42 GJ, een besparing van 400 GJ. Daarnaast wordt middels energiezuinige verlichting en directe koeling respectievelijk 20% en 40% bespaard op het primaire energie gebruik. Tezamen met de overige energiebesparende maatregelen wordt de jaarlijkse CO₂ uitstoot gereduceerd met 30777 kg, een afname van ruim 40%.

5.2 Kosten energiebesparende maatregelen

In de referentiesituatie wordt het bedrijfskantoor verwarmd met een HR-ketel en gekoeld met elektrische koelmachines. Het plaatsen van zonwering reduceert het gevraagde koelvermogen met 1/3. Samen met de installateur is een kostenschatting gemaakt, die in tabel 5.1 is weergegeven.

Standaard maatregelen	Kosten
Verwarmingssysteem (HR-ketel + radiatoren)	fl. 42.000
Topkoeling, met o.a.	fl. 150.000
KX-unit kantoor	$2/3 \times \text{fl. } 72.500,-$
Splitunits bedrijfsruimte	$2/3 \times \text{fl. } 56.000,-$
Ventilatie (standaard)	fl. 17.500
Zonwering	fl. 20.000
Totaal "referentie"	fl. 229.500

Tabel 5.1: *Geschatte kosten voor referentiesituatie.*

De meerkosten van de geplande energiebesparende maatregelen zijn afgezet tegen de kosten die gemaakt zouden zijn voor het referentiegebouw. Tabel 5.2 geeft een overzicht van de werkelijk gemaakte (meer-)kosten, zoals deze verstrekt zijn door de installateur en door Trend Cosmetics B.V. In het totaalbedrag zijn de kosten voor het laten corrigeren van de tijdens de bouw gemaakte constructiefouten, betreffende de sandwich-gevelpanelen, niet meegenomen, omdat deze niet voor rekening van de eigenaar zijn.

Energiebesparende maatregelen		Kosten
Isolatie gebouwschil	[meerkosten]	fl. 38.983
HR++-glas	[meerkosten]	fl. 10.160
Warmtepomp (incl. vloerverwarming)		fl. 86.340
Energiepalen (palen en aansluiting)		fl. 50.416
Horizontaalnet		fl. 29.700
Horizontaalnet isolatie		fl. 22.560
HR-ketel		fl. 9.820
Balansventilatie (90% wtw)		fl. 99.680
Verlichting	[meerkosten]	fl. 11.324
Totaal "gerealiseerd"		fl. 358.983

Tabel 5.2: *Gemaakte (meer-)kosten.*

Alle kosten zijn exclusief BTW en zijn gebaseerd op alle activiteiten en materiële kosten die noodzakelijk zijn om een maatregel in zijn geheel door te voeren.

Vooraf de kosten voor de warmtepomp en de energiepalen zijn aanzienlijk hoger uitgevallen dan verwacht door alle betrokkenen. Dit is voornamelijk een gevolg van extra manuren. Het bleek ingewikkelder dan verwacht om de warmtepomp aan te sluiten op de installatie en op de regeling (inmiddels zijn beide elementen geheel geïntegreerd in het ontwerp van het betreffende type warmtepomp). Daarnaast werden de werkzaamheden rond de energiepalen bemoeilijkt door de slechte bereikbaarheid en de drassige ondergrond.

5.3 Kosteneffectiviteit

De totale meerkosten van het pakket energiebesparende maatregelen ten opzichte van de referentiesituatie zijn $358.983 - 229.500 \approx \text{fl. } 130.000,-$. Dit komt overeen met een extra investering van fl. 87,- per m² gebruiksoppervlak. Door deze investering wordt op jaarbasis 30.777 kg minder CO₂ uitgestoten (berekend met TRNSYS), ofwel een reductie van 0,24 kg CO₂ uitstoot per extra geïnvesteerde gulden.

6. CONCLUSIES

Met het gekozen pakket energiebesparende maatregelen is de doelstelling van dit project gehaald. Het opgeleverde bedrijfskantoor van Trend Cosmetics B.V. heeft een EP van 0,99.

De installatie van de energiepalen en de koppeling met de warmtepomp bleek in de praktijk lastiger dan verwacht, hetgeen resulteerde in hogere kosten vanwege extra manuren. Ook de regeling voor de warmtepomp, welke niet in het apparaat geïntegreerd was, viel duurder uit dan verwacht. Deze problemen kunnen met opgedane ervaring gemakkelijk voorkomen worden bij een volgend project.

Sinds de ingebruikname van het gebouw en de installaties zijn er geen noemenswaardige problemen geconstateerd. Het door ECN opgestelde energie-advies [4] komt goed overeen met de praktijk. De temperatuur in de bodem rond de energiepalen laat het verwachte verloop zien. In het eerste stookseizoen is de HR-ketel niet ingeschakeld voor bijstook. En gedurende de zomer was er voldoende koude in de bodem aanwezig voor koeling van het gebouw. Het systeem met energiepalen lijkt dus goed te werken. Echter voorzichtigheid is geboden bij deze conclusie, want een dergelijk bodemsysteem zal pas na 4 à 5 jaar een zekere mate van evenwicht bereiken.

Het binnenklimaat wordt als zeer comfortabel ervaren door de medewerkers.

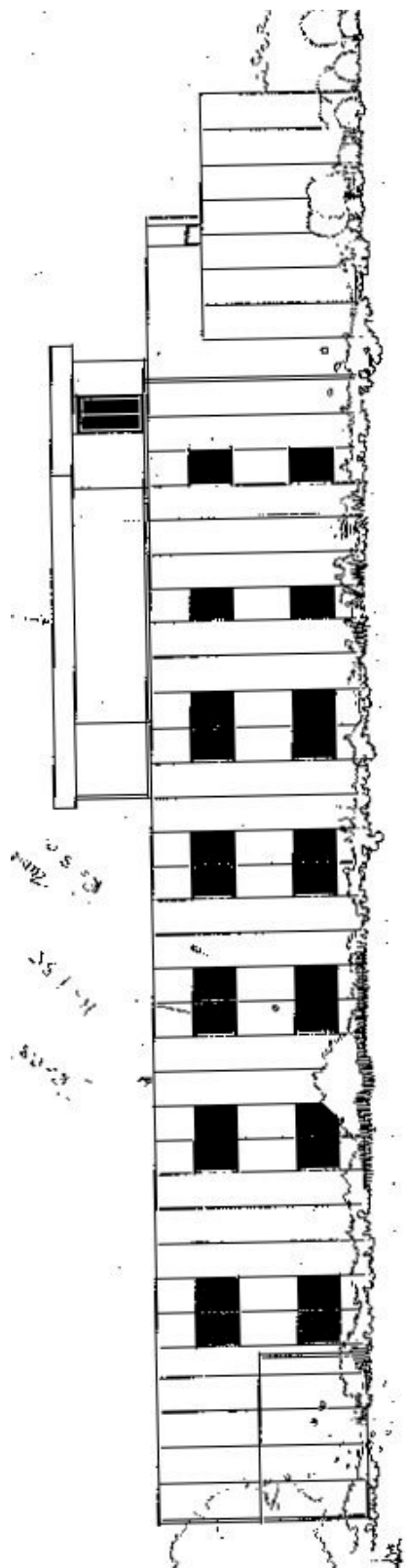
Enige tijd na de ingebruikname is er vanwege het risico van oververhitting in het penthouse (3e bouwlaag) een compressiekoelmachine geplaatst. Dit is gedaan omdat het penthouse wordt gebruikt voor ontvangst van gasten, waarbij uiteraard van oververhitting geen sprake mag zijn. Conclusie is dus dat er aan koeling meer aandacht moet worden besteed tijdens het ontwerp, omdat in de praktijk vaak het risico van enkele uren oververhitting op jaarbasis niet acceptabel is. Uiteraard is dat hier mede het gevolg van de functie van de betreffende ruimte.

De totale meerkosten van het pakket energiebesparende maatregelen voor het bedrijfskantoor van Trend Cosmetics B.V. (van EP=1,84 naar EP=0,99) bedragen fl. 130.000,- (excl. BTW). Een deel van dit bedrag moet duidelijk als leergeld worden gezien, vanwege de bovengenoemde tegenvallers.

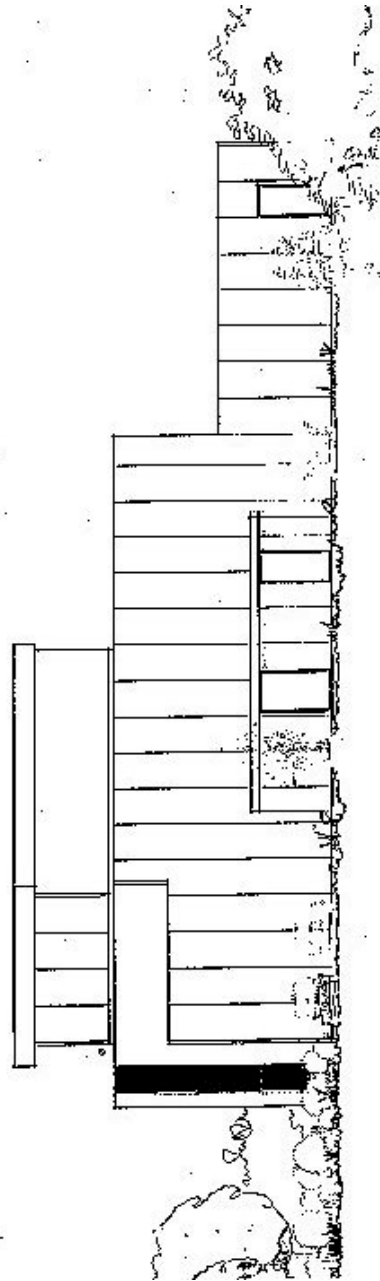
Aan de hand van de (met TRNSYS) berekende energiebesparing wordt een reductie verwacht van 0,24 kg CO₂ uitstoot per extra geïnvesteerde gulden.

LITERATUUR

- [1] “Haalbaarheidsstudie energiebesparende maatregelen”,
ECN-C--99-004, april 1999
- [2] “Bouwvoorschriften, bouwbesluit & regelingen”,
Sdu uitgeverij, Den Haag, 1993
- [3] “Energieprestatie van utiliteitsgebouwen, bepalingmethode, Nederlandse norm
NEN 2916”, NNI, 1e druk, september 1994
- [4] “Energie-advies bedrijfsgebouw Trend Cosmetics b.v. te Nibbixwoud”,
ECN-DE Memo 98-049, mei 1998



Figuur A2: Westaanzicht gevel



Figuur A3: Noordaanzicht gevel

BIJLAGE B: EP-BEREKENING REFERENTIESITUATIE

NPR 2917 (c) NNI

EP Utiliteitsgebouwen

ALGEMENE GEGEVENS

 Projectomschrijving : bedrijfsgebouw met kantoren
 Naam gebouw : nieuwbouw Trend Cosmetics bv
 Adres : industrieterrein Overspoor
 Postcode en plaats : 9999 ZZ NIBBIXWOUD
 Dossiernummer : referentie, alleen kantoor+kantine
 Overige gebouwgegevens : Nieuwbouw ontwerp K.J. Johannes, Getrabo bv

INDELING GEBOUW

 Totale gebruiksoppervlakte fysieke gebouw (woning, woongebouw en utiliteitsgebouw) Ag;tot [m2] : 573.0
 Utiliteitsgebouw : - gebruiksoppervlakte verwarmde zones Ag;verwz [m2] : 573.0
 - gebruiksoppervlakte gekoelde zones Ag;koel [m2] : 573.0

KLIMATISERINGSSYSTEMEN

 klimatiseringssysteem (nummer, type en omschrijving) Ag;klim.syst
 A 3 - Warmte: water of water+lucht / Koeling: lucht Mech.vent: Topkoeling (centrale koeling), radiator 573.0

ENERGIESECTOREN

sector	deelsector	gebouwfunctie	bezettings- graadklasse(BB)	min.vent.cap.(BB) [dm3/sùm2]	Ag;dsec [m2]	Ag;dkoel [m2]
A-1	dsec Aù1	kantoorgebouw	B5	1.30	573.0	573.0
Totaal					573.0	573.0

KOELMACHINES

nummer	P(as) [kW]	Aantal [-]	Uelm [V]	I [A]	arbeids- factor	motorkeuze	Nelm [-]
1	4.60	1					0.80

 Pkoel: 6.0 kW Qprim;koel (opgesteld vermogen): 32700 MJ

POMPEN

Pompen in warmwater circuits : >50% van opgesteld asvermogen heeft automatische toerenregeling Fregel;verw = 0.50
 Geen pompen in gekoeld water circuits aanwezig Fregel;koel = 0.00
 Qprim;pomp = 6876 MJ

EP Utiliteitsgebouwen - versie: V2.0/a 28 aug 2001 - 10:00 uur

NPR 2917 (c) NNI EP Utiliteitsgebouwen

VENTILATOREN

nummer	klimatis. systeem	P(as) [kW]	Aantal [-]	debietregeling	Uelm [V]	I [A]	arbeidsfactor	motorkeuze	Nelm [-]
1	A	2.00	1	toerenregeling					0.75

Peff = 1.1 kW (opgesteld vermogen) Qprim;vent = 31350 MJ

WARMTAPWATER

Type toestel voor warm tapwater bereiding : boiler direct of indirect gestookt, elektrisch Nopw;tap = 0.28
 Systeem voor distributie van warm tapwater: alle tappunten binnen 3 m. van opwekkingstoestel Nsys;tap = 1.00
 Gebruiksoppervlakte aangrenzende ruimten met warmtapwater [m2] [m2] = 0.0
 Gemiddelde Cwb;tap van de aangrenzende ruimten [MJ/m2] [MJ/m2] = 15.0

Deelenergiesectoren met tappunten voor warm water
 Aùl-kantoorgebouw Qwb;tap [MJ] = 2865

VERWARMING EN HULPENEGEGEBRUIK

systeem	opwekkingstoestel voor verwarming	NopwVerw	alleen indien meerdere opwekkingstoestellen	waakvlam
A	gasgestookte ketels, HR-ketel	0.85		0

AANGRENZENDE ONVERWARMDE RUIMTEN

Sector	nr AOR	omschrijving AOR	A(aan) [m2]	omschrijving	A(i) [m2]	U(i) [W/m2K]	omschrijving	A(e) [m2]	U(e) [W/m2K]
A-1	1	goederensluis	49.0	spouwmuur kantoor	27.9	0.270	gevel vloer plat dak	86.4 49.0 49.0	0.320 0.370 0.180

TRANSMISSIEGEGEVENS EN BEZONNING

sector	nr	omschrijving	orient	A [m2]	U [W/m2K]	a [-]	AùUà [W/K]	d [-]	Aùd [m2]	ZTA [-]	r [-]	zonwering	Qzon;t [MJ]
A-1	1	spouwmuur kantoor	0	43.4	0.375	1.00	16.3	1.0	43.4				
A-1	2	sandwichpaneel	0	36.7	0.375	1.00	13.8	1.0	36.7				
A-1	3	raam+kozijn	0	30.2	1.650	1.00	49.8	1.0	30.2	0.65	1.00	automatisch	10726

A-1	4	spouwmuur kantoor	ZO	32.0	0.375	1.00	12.0	1.0	32.0						
A-1	5	sandwichpaneel	ZO	27.5	0.375	1.00	10.3	1.0	27.5						
A-1	6	raam+kozijn	ZO	22.7	1.650	1.00	37.5	1.0	22.7	0.65	1.00	automatisch	10286		
A-1	7	entree bg	ZO	8.6	1.650	1.00	14.2	1.0	8.6	0.65	0.24	geen zonwer	2313		
A-1	8	spouwmuur gevel	ZW	8.9	0.375	1.00	3.3	1.0	8.9						
A-1	9	sandwichpaneel raam	ZW	3.1	0.375	1.00	1.2	1.0	3.1						
A-1	10	raam+kozijn	ZW	2.5	1.650	1.00	4.1	1.0	2.5	0.65	1.00	automatisch	1338		
A-1	11	spouwmuur kantoor	N	9.7	0.375	1.00	3.6	1.0	9.7						
A-1	12	sandwichpaneel raam	N	3.1	0.375	1.00	1.2	1.0	3.1						
A-1	13	raam	N	2.5	1.650	1.00	4.1	1.0	2.5	0.65	1.00	automatisch	627		
A-1	14	dak penthouse	HOR	82.0	0.375	1.00	30.8	1.0	82.0						
A-1	15	entree 1e	ZO	12.7	1.650	1.00	21.0	1.0	12.7	0.65	0.48	geen zonwer	6832		

EP Utiliteitsgebouwen - versie: V2.0/a

28 aug 2001 - 10:00 uur

NPR 2917 (c) NNI

EP Utiliteitsgebouwen

sector	nr	omschrijving	orient	A [m2]	U [W/m2K]	a [-]	A*U*a [W/K]	d [-]	A*d [m2]	ZTA [-]	r [-]	zonwering	Qzon;t [MJ]
A-1	16	penthouse raampaneel	O	11.5	0.375	1.00	4.3	1.0	11.5				
A-1	17	penthouse raampaneel	ZO	10.9	0.375	1.00	4.1	1.0	10.9				
A-1	18	penthouse raam+kozijn	ZO	20.6	1.650	1.00	34.0	1.0	20.6	0.65	0.90	automatisch	8401
A-1	19	penthouse raampaneel	ZW	10.7	0.375	1.00	4.0	1.0	10.7				
A-1	20	penthouse glasdeur+k	ZW	3.8	1.650	1.00	6.3	1.0	3.8	0.65	0.90	automatisch	1831
A-1	21	penthouse panelen	NW	27.3	0.375	1.00	10.2	1.0	27.3				
A-1	22	penthouse panelen	W	5.3	0.375	1.00	2.0	1.0	5.3				
A-1	23	penthouse panelen	N	11.5	0.375	1.00	4.3	1.0	11.5				
A-1	24	dak kantoor	HOR	152.0	0.356	1.00	54.1	1.0	152.0				
A-1	25	vloer kantoor	GROND	256.0	0.386	0.72	71.3	0.7	179.2				
Totaal				835.2			417.7		758.4				42354

INFILTRATIE / VENTILATIE

sector	qv;10 [dm3/s]	qv;10/m2 [dm3/s*um2]	gebouwhoogte	Uv;inf [dm3/s*um2]
A-1	573	1.000	<= 10 meter	0.26

REGELING VENTILATIE

Klimatiseringssysteem A

- factor Csys : mech. toe- en afvoer, met koeling Csys [W*us/dm3] : 3.0
- terugregeling buitenlucht toevoer: geen of <20% recirculatie of terugregeling debiet Fregel;vent [-] : 1.00
- type warmteterugwinapparaat : geen warmteterugwinning Nwtw [-] : 0.00

INFILTRATIE / VENTILATIE

sector	qv;m;werk [dm3/s]	Uv;m;min	Uv;m;max	Uv;m	Uv;m;e	Uv;n;verw [dm3/sùm2]	Uv;n;koel	Uv;verw	Uv;koel	Hvent;verw [W/K]	Hvent;koel [W/K]	Fvent [-]
A-1	690.0	1.04	1.20	1.40	1.40	0.00	0.00	0.68	0.42	467.6	288.8	0.30

EFFECTIEVE THERMISCHE CAPACITEIT (forfaitaire methode)

Sector	massa vloer	type plafond
A-1	>= 400 kg/m2	geen of open plafond

VERLICHTING

sector	dsec	gebouwfunctie	P(verl) [kW]	regeling verlichting	A(dagl) [m2]	A(kunstl) [m2]	fregel(kunst/dag) [-]/[-]	Qprim;vl [MJ]
A-1	Aùl	kantoorgebouw	8.00	vertrekschakeling	179.00	394.00	0.90/0.70	178110
Totaal					179.00	394.00		178110

EP Utiliteitsgebouwen - versie: V2.0/a

28 aug 2001 - 10:00 uur

NPR 2917 (c) NNI

EP Utiliteitsgebouwen

OVERZICHT DEELGEGEVENS VOOR VERWARMING

Energiesector A-1 - deelgegevens voor verwarming [MJ]											
Maand	Qtr	Qzon;t	Qzon;ze	Qzon	Qvent(v)	Qwinst(v)	Qverw	Gamma	Nb;verw	Ti	Te
1	20103	931	0	931	22504	7852	54863	0.1987	0.9274	20.0	1.7
2	19774	2111	0	2111	22135	8801	52261	0.2302	0.9124	20.0	2.0
3	16478	4154	0	4154	18446	10074	39227	0.3347	0.8618	20.0	5.0
4	12633	5535	0	5535	14142	10326	25965	0.4881	0.7901	20.0	8.5
5	8349	5181	0	5181	9346	8833	13989	0.7186	0.6946	20.0	12.4
6	4943	5527	0	5527	5534	6957	5556	1.2467	0.5327	20.0	15.5
7	3296	4908	0	4908	3689	5294	2668	1.7815	0.4255	20.0	17.0
8	3515	5769	0	5769	3935	5652	2839	1.7857	0.4248	20.0	16.8
9	6262	3466	0	3466	7009	7202	9580	0.8290	0.6547	20.0	14.3
10	10985	3065	0	3065	12297	8532	23284	0.4553	0.8050	20.0	10.0
11	15489	1191	0	1191	17339	7812	39490	0.2658	0.8952	20.0	5.9
12	18675	516	0	516	20905	7449	50721	0.2034	0.9252	20.0	3.0
Totaal	140504	42354	0	42354	157279	94783	320444				

OVERZICHT DEELGEGEVENS VOOR KOELING

Energiesector A-1 - deelgegevens voor koeling [MJ]											
Maand	Qtr;k	Qzon;nt	Qvent(k)	Qwinst(k)	Qkoel	Qprim;koel	Lambda	Nb;koel	Ti	Te	
1	24498	0	6076	9452	0	0	3.2345	0.3010	20.0	16.0	

2	24168	0	6076	10632	0	0	2.8445	0.3390	20.0	16.0
3	20872	0	6076	12675	866	1678	2.1261	0.4382	20.0	16.0
4	17027	0	6076	14056	1620	3138	1.6437	0.5383	20.0	16.0
5	12743	0	6076	13702	2194	4251	1.3735	0.6115	20.0	16.0
6	9338	0	5317	14048	3488	6758	1.0432	0.7206	20.0	17.0
7	7690	0	4177	13430	4172	8085	0.8837	0.7801	20.0	18.5
8	7910	0	4329	14291	4616	8944	0.8564	0.7905	20.0	18.3
9	10656	0	6076	11987	1866	3616	1.3958	0.6049	20.0	16.0
10	15380	0	6076	11586	1055	2044	1.8519	0.4908	20.0	16.0
11	19884	0	6076	9712	0	0	2.6729	0.3587	20.0	16.0
12	23069	0	6076	9037	0	0	3.2252	0.3018	20.0	16.0
Totaal	193234	0	68509	144608	19876	38515				

OVERZICHT DEELGEGEVENS INTERNE WARMTEWINSTEN PER MAAND

sector	deelsector	gebouwfunctie	Ag;dsec [m2]	qi (a=0.8) [W/m2]	Qi (a=0.8) [MJ]	qi (a=1.0) [W/m2]	Qi (a=1.0) [MJ]
A-1	dsec Aù1	kantoorgebouw	573.0	5.0	7535	5.7	8521
Totaal			573.0		7535		8521

EP Utiliteitsgebouwen - versie: V2.0/a 28 aug 2001 - 10:00 uur

NPR 2917 (c) NNI EP Utiliteitsgebouwen

OVERZICHT EISEN ENERGIEPRESTATIECOEFICIENTEN EN BEZETTINGSGRAADKLASSEN

gebouwfunctie	EP-eis [-]	Uv;min in dm3/sùm2 per bezettingsgraadklasse per gebouwfunctie					
		B1	B2	B3	B4	B5	
kantoorgebouw	1.90	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	
EP-eis;woon [-]:	1.4	Cvent [-]:	135.00	Koel [-]:	4.00	Cverl [-]:	0.20

ENERGIEPRESTATIECOEFICIENT PER GEBOUWFUNCTIE

Primair energiegebruik in MJ	gebouwfunctie	EP [-]	EP-eis
Qprim;verwarming	320444	1.84	1.90
Qprim;ventilatoren	31350		
Qprim;verlichting	178110		
Qprim;pompen	6876		
Qprim;koeling	32700		
Qprim;bevochtiging	0		
Qprim;warm tapwater	10232		
Qpres;woning	0		
Qpres;totaal	579712		
Qpres;toelaatbaar	598136		
Qpres;totaal/Qpres;toelaatbaar :			0.97

EP Utiliteitsgebouwen - versie: V2.0/a 28 aug 2001 - 10:00 uur

BIJLAGE C: EP-BEREKENING GEBOUWONTWERP EP=1,05

NPR 2917 (c) NNI

EP Utiliteitsgebouwen

ALGEMENE GEGEVENS

 Projectomschrijving : bedrijfsgebouw met kantoren
 Naam gebouw : nieuwbouw Trend Cosmetics bv
 Adres : industrieterrein Overspoor
 Postcode en plaats : 9999 ZZ NIBBIXWOUD
 Dossiernummer : doelstelling, alleen kantoor+kantine
 Overige gebouwgegevens : Nieuwbouw ontwerp K.J. Johannes, Getrabo bv

INDELING GEBOUW

 Totale gebruiksoppervlakte fysieke gebouw (woning, woongebouw en utiliteitsgebouw) Ag;tot [m2] : 573.0
 Utiliteitsgebouw : - gebruiksoppervlakte verwarmde zones Ag;verwz [m2] : 573.0
 - gebruiksoppervlakte gekoelde zones Ag;koel [m2] : 0.0

KLIMATISERINGSSYSTEMEN

 klimatiseringssysteem (nummer, type en omschrijving) Ag;klim.syst
 A 1 - Warmte: water of water+lucht / Koeling: n.v.t. Mech.vent: alleen radiatoren 573.0

ENERGIESECTOREN

sector	deelsector	gebouwfunctie	bezettings- graadklasse(BB)	min.vent.cap.(BB) [dm3/sùm2]	Ag;dsec [m2]	Ag;dkoel [m2]
A-1	dsec Aù1	kantoorgebouw	B5	1.30	573.0	0.0
Totaal					573.0	0.0

POMPEN

 Pompen in warmwater circuits : >50% van opgesteld asvermogen heeft automatische toerenregeling Fregel;verw = 0.50
 Pompen in gekoeld water circuits: <=50% van opgesteld asvermogen heeft automatische toerenregeling Fregel;koel = 0.00
 Qprim;pomp = 6876 MJ

VENTILATOREN

nummer	klimatis. systeem	P(as) [kW]	Aantal [-]	debietregeling toerenregeling	Uelm [V]	I [A]	arbeids- factor	motorkeuze	Nelm [-]
1	A	2.00	1	toerenregeling					0.75

 Peff = 0.9 kW (luchtvolumestroom) Qprim;vent = 24496 MJ

WARMTAPWATER

Type toestel voor warm tapwater bereiding : boiler direct of indirect gestookt, elektrisch Nopw:tap = 0.28
 Systeem voor distributie van warm tapwater: alle tappunten binnen 3 m. van opwekkingstoestel Nsys:tap = 1.00
 Gebruiksoppervlakte aangrenzende ruimten met warmtapwater [m2] = 0.0
 Gemiddelde Cwb:tap van de aangrenzende ruimten [MJ/m2] = 15.0

Deelenergiesectoren met tappunten voor warm water
 Aùl-kantoorgebouw

Qwb:tap [MJ] = 2865

VERWARMING EN HULPENERGIEGEBRUIK

systeem opwekkingstoestel voor verwarming NopwVerw alleen indien meerdere opwekkingstoestellen waakvlam
 A warmtekracht of warmtepomp 1.00 0

AANGRENZENDE ONVERWARMDE RUITEN

Sector	nr	omschrijving AOR	A(aan)	omschrijving	A(i)	U(i)	omschrijving	A(e)	U(e)
	AOR		[m2]		[m2]	[W/m2K]		[m2]	[W/m2K]
A-1	1	goederensluis	49.0	spouwmuur kantoor	27.9	0.270	gevel vloer plat dak	86.4 49.0 49.0	0.320 0.370 0.180

TRANSMISSIEGEGEVENS EN BEZONNING

sector	nr	omschrijving	orient	A	U	a	AùÜà	d	Aùd	ZTA	r	zonwering	Qzon:t
				[m2]	[W/m2K]	[-]	[W/K]	[-]	[m2]	[-]	[-]		[MJ]
A-1	1	spouwmuur kantoor	O	43.4	0.258	1.00	11.2	1.0	43.4				
A-1	2	sandwichpaneel	O	36.7	0.315	1.00	11.6	1.0	36.7				
A-1	3	raam+kozijn	O	30.2	1.350	1.00	40.8	1.0	30.2	0.65	1.00	automatisch	10726
A-1	4	spouwmuur kantoor	ZO	32.0	0.258	1.00	8.3	1.0	32.0				
A-1	5	sandwichpaneel	ZO	27.5	0.315	1.00	8.7	1.0	27.5				
A-1	6	raam+kozijn	ZO	22.7	1.350	1.00	30.6	1.0	22.7	0.65	1.00	automatisch	10286
A-1	7	entree bg	ZO	8.6	1.350	1.00	11.6	1.0	8.6	0.65	0.24	automatisch	935
A-1	8	spouwmuur gevel	ZW	8.9	0.258	1.00	2.3	1.0	8.9				
A-1	9	sandwichpaneel raam	ZW	3.1	0.315	1.00	1.0	1.0	3.1				
A-1	10	raam+kozijn	ZW	2.5	1.350	1.00	3.4	1.0	2.5	0.65	1.00	automatisch	1338
A-1	11	spouwmuur kantoor	N	9.7	0.258	1.00	2.5	1.0	9.7				
A-1	12	sandwichpaneel raam	N	3.1	0.315	1.00	1.0	1.0	3.1				
A-1	13	raam	N	2.5	1.350	1.00	3.4	1.0	2.5	0.65	1.00	automatisch	627
A-1	14	dak penthouse	HOR	82.0	0.183	1.00	15.0	1.0	82.0				
A-1	15	entree 1e	ZO	12.7	1.350	1.00	17.1	1.0	12.7	0.65	0.48	automatisch	2762
A-1	16	penthouse raampaneel	O	11.5	0.315	1.00	3.6	1.0	11.5				
A-1	17	penthouse raampaneel	ZO	10.9	0.315	1.00	3.4	1.0	10.9				

A-1	18	penthouse raam+kozij	ZO	20.6	1.350	1.00	27.8	1.0	20.6	0.65	0.90	automatisch	8401
A-1	19	penthouse raampaneel	ZW	10.7	0.315	1.00	3.4	1.0	10.7				
A-1	20	penthouse glasdeur+k	ZW	3.8	1.350	1.00	5.1	1.0	3.8	0.65	0.90	automatisch	1831
A-1	21	penthouse panelen	NW	27.3	0.315	1.00	8.6	1.0	27.3				
A-1	22	penthouse panelen	W	5.3	0.315	1.00	1.7	1.0	5.3				
A-1	23	penthouse panelen	N	11.5	0.315	1.00	3.6	1.0	11.5				
A-1	24	dak kantoor	HOR	152.0	0.215	1.00	32.7	1.0	152.0				

EP Utiliteitsgebouwen - versie: V2.0/a 28 aug 2001 - 10:00 uur

NPR 2917 (c) NNI EP Utiliteitsgebouwen

sector	nr	omschrijving	orient	A	U	a	A _U	d	A _d	ZTA	r	zonwering	Qzon;t
				[m2]	[W/m2K]	[-]	[W/K]	[-]	[m2]	[-]	[-]		[MJ]
A-1	25	vloer kantoor	GROND	256.0	0.373	0.73	69.5	0.7	179.2				
Totaal				835.2			327.8		758.4				36906

INFILTRATIE / VENTILATIE

sector	qv;10	qv;10/m2	gebouwhoogte	Uv;inf
	[dm3/s]	[dm3/sùm2]		[dm3/sùm2]
A-1	40	0.070	<= 10 meter	0.03

REGELING VENTILATIE

Klimatiseringssysteem A
- factor Csys : mech. toe- en afvoer, zonder koeling Csys [Wùs/dm3] : 2.0
- terugregeling buitenlucht toevoer: geen of <20% recirculatie of terugregeling debiet Fregel;vent [-] : 1.00
- type warmteterugwinapparatuur : kwaliteitsverklaring Nwtw [-] : 0.90

INFILTRATIE / VENTILATIE

sector	qv;m;werk	Uv;min	Uv;m;max	Uv;m	Uv;m;e	Uv;n;verw	Uv;n;koel	Uv;verw	Uv;koel	Hvent;verw	Hvent;koel	Fvent
	[dm3/s]	<-	-	-	-	[dm3/sùm2]	-	-	-	[W/K]	[W/K]	[-]
A-1	239.0	1.04	0.42	0.50	1.04	0.54	0.00	0.22	0.15	153.5	0.0	0.30

EFFECTIEVE THERMISCHE CAPACITEIT (forfaitaire methode)

Sector	massa vloer	type plafond
A-1	>= 400 kg/m2	geen of open plafond

VERLICHTING

sector	dsec	gebouwfunctie	P(verl) [kW]	regeling verlichting	A(dagl) [m2]	A(kunstl) [m2]	fregel(kunst/dag) [-]/ [-]	Qprim;vl [MJ]
A-1	Aùl	kantoorgebouw	6.30	vertrekschakeling	179.00	394.00	0.90/0.70	144715
Totaal					179.00	394.00		144715

EP Utiliteitsgebouwen - versie: V2.0/a

28 aug 2001 - 10:00 uur

NPR 2917 (c) NNI

EP Utiliteitsgebouwen

OVERZICHT DEELGEGEVENS VOOR VERWARMING

Energiesector A-1		deelgegevens voor verwarming [MJ]									
Maand	Qtr	Qzon;t	Qzon;ze	Qzon	Qvent(v)	Qwinst(v)	Qverw	Gamma	Nb;verw	Ti	Te
1	15779	852	0	852	7386	7681	16298	0.3620	0.9159	20.0	1.7
2	15520	1902	0	1902	7265	8455	15085	0.4142	0.8959	20.0	2.0
3	12933	3758	0	3758	6054	9297	10201	0.5948	0.8232	20.0	5.0
4	9915	5026	0	5026	4642	9033	5815	0.8628	0.7192	20.0	8.5
5	6553	4400	0	4400	3068	7121	2631	1.2405	0.5967	20.0	12.4
6	3880	4702	0	4702	1816	4987	746	2.1482	0.4076	20.0	15.5
7	2587	4171	0	4171	1211	3531	0	3.0826	0.3016	20.0	17.0
8	2759	4867	0	4867	1292	3763	0	3.0617	0.3034	20.0	16.8
9	4915	2918	0	2918	2301	5664	1633	1.4487	0.5418	20.0	14.3
10	8622	2762	0	2762	4036	7593	5332	0.8135	0.7374	20.0	10.0
11	12157	1076	0	1076	5691	7480	10914	0.4824	0.8687	20.0	5.9
12	14658	472	0	472	6862	7303	14964	0.3721	0.9121	20.0	3.0
Totaal	110277	36906	0	36906	51625	81909	83619				

OVERZICHT DEELGEGEVENS VOOR KOELING

Energiesector A-1		deelgegevens voor koeling [MJ]									
Maand	Qtr;k	Qzon;nt	Qvent(k)	Qwinst(k)	Qkoel	Qprim;koel	Lambda	Nb;koel	Ti	Te	
1	19227	0	0	8387	186	0	2.2926	0.4265	20.0	16.0	
2	18969	0	0	9437	318	0	2.0100	0.4808	20.0	16.0	
3	16382	0	0	11293	973	0	1.4506	0.6299	20.0	16.0	
4	13364	0	0	12561	2254	0	1.0640	0.7712	20.0	16.0	
5	10002	0	0	11935	3329	0	0.8380	0.8604	20.0	16.0	
6	7329	0	0	12237	5337	0	0.5989	0.9415	20.0	17.0	
7	6036	0	0	11706	5898	0	0.5156	0.9624	20.0	18.5	
8	6208	0	0	12402	6407	0	0.5006	0.9657	20.0	18.3	
9	8364	0	0	10453	3137	0	0.8001	0.8747	20.0	16.0	
10	12071	0	0	10297	1497	0	1.1723	0.7290	20.0	16.0	
11	15606	0	0	8611	397	0	1.8124	0.5263	20.0	16.0	
12	18107	0	0	8007	186	0	2.2614	0.4319	20.0	16.0	
Totaal	151664	0	0	127325	29920	0					

OVERZICHT DEELGEGEVENS INTERNE WARMTEWINSTEN PER MAAND

sector	deelsector	gebouwfunctie	Ag;dsec [m2]	qi (a=0.8) [W/m2]	Qi (a=0.8) [MJ]	qi (a=1.0) [W/m2]	Qi (a=1.0) [MJ]
A-1	dsec Aùl	kantoorgebouw	573.0	5.0	7535	5.0	7535
Totaal			573.0		7535		7535

EP Utiliteitsgebouwen - versie: V2.0/a

28 aug 2001 - 10:00 uur

NPR 2917 (c) NNI

EP Utiliteitsgebouwen

OVERZICHT EISEN ENERGIEPRESTATIECOEFICIENTEN EN BEZETTINGSGRAADKLASSEN

gebouwfunctie	EP-eis [-]	Uv;min in dm3/sùm2 per bezettingsgraadklasse per gebouwfunctie				
		B1	B2	B3	B4	B5
kantoorgebouw	1.90	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
EP-eis;woon [-]:	1.4	Cvent [-]: 135.00	Ckoel [-]: 4.00	Cverl [-]: 0.20		

ENERGIEPRESTATIECOEFICIENT PER GEBOUWFUNCTIE

Primair energiegebruik in MJ	gebouwfunctie	EP [-]	EP-eis
Qprim;verwarming	83619	kantoorgebouw	1.90
Qprim;ventilatoren	24496		
Qprim;verlichting	144715	Qpres;totaal/Qpres;toelaatbaar :	0.56
Qprim;pompen	6876		
Qprim;koeling	0		
Qprim;bevochtiging	0		
Qprim;warm tapwater	10232		
Qpres;woning	0		
Qpres;totaal	269938		
Qpres;toelaatbaar	484543		

EP Utiliteitsgebouwen - versie: V2.0/a

28 aug 2001 - 10:00 uur

BIJLAGE D: EP-BEREKENING GEBOUWREALISATIE EP=0,99

NPR 2917 (c) NNI

EP Utiliteitsgebouwen

ALGEMENE GEGEVENS

 Projectomschrijving : bedrijfsgebouw met kantoren
 Naam gebouw : nieuwbouw Trend Cosmetics bv
 Adres : industrieterrein Overspoor
 Postcode en plaats : 9999 ZZ WOGNUM
 Dossiernummer : realisatie, alleen kantoor+kantine
 Overige gebouwgegevens : Nieuwbouw ontwerp K.J. Johannes, Getrabo bv

INDELING GEBOUW

 Totale gebruiksoppervlakte fysieke gebouw (woning, woongebouw en utiliteitsgebouw) Ag;tot [m2] : 573.0
 Utiliteitsgebouw : - gebruiksoppervlakte verwarmde zones Ag;verwz [m2] : 573.0
 - gebruiksoppervlakte gekoelde zones Ag;koel [m2] : 0.0

KLIMATISERINGSSYSTEMEN

 klimatiseringssysteem (nummer, type en omschrijving) Ag;klim.syst
 A 1 - Warmte: water of water+lucht / Koeling: n.v.t. Mech.vent: alleen radiatoren 573.0

ENERGIESECTOREN

sector	deelsector	gebouwfunctie	bezettings- graadklasse(BB)	min.vent.cap.(BB) [dm3/sùm2]	Ag;dsec [m2]	Ag;dkoel [m2]
A-1	dsec Aù1	kantoorgebouw	B5	1.30	573.0	0.0
Totaal					573.0	0.0

POMPEN

 Pompen in warmwater circuits : >50% van opgesteld asvermogen heeft automatische toerenregeling Fregel;verw = 0.50
 Pompen in gekoeld water circuits: <=50% van opgesteld asvermogen heeft automatische toerenregeling Fregel;koel = 0.00
 Qprim;pomp = 6876 MJ

VENTILATOREN

nummer	klimatis. systeem	P(as) [kW]	Aantal [-]	debietregeling	Uelm [V]	I [A]	arbeidsfactor	motorkeuze	Nelm [-]
1	A	2.00	1	toerenregeling					0.75

Peff = 0.9 kW (luchtvolumestroom) Qprim;vent = 24496 MJ
 EP Utiliteitsgebouwen - versie: V2.0/a 28 aug 2001 - 10:00 uur
 NPR 2917 (c) NNI EP Utiliteitsgebouwen

WARMTAPWATER

Type toestel voor warm tapwater bereiding : boiler direct of indirect gestookt, elektrisch	Nopw;tap = 0.28
Systeem voor distributie van warm tapwater: alle tappunten binnen 3 m. van opwekkingstoestel	Nsys;tap = 1.00
Gebruiksoppervlakte aangrenzende ruimten met warmtapwater [m2]	[m2] = 0.0
Gemiddelde Cwb;tap van de aangrenzende ruimten [MJ/m2]	[MJ/m2] = 15.0

Deelenergiesectoren met tappunten voor warm water
 Aül-kantoorgebouw Qwb;tap [MJ] = 2865

VERWARMING EN HULPENENERGIEGEBRUIK

systeem A	opwekkingstoestel voor verwarming warmtekracht of warmtepomp	NopwVerw 1.00	alleen indien meerdere opwekkingstoestellen	waakvlam 0
-----------	--	---------------	---	------------

AANGRENZENDE ONVERWARMDE RUIMTEN

Sector	nr AOR	omschrijving AOR	A(aan) [m2]	omschrijving	A(i) [m2]	U(i) [W/m2K]	omschrijving	A(e) [m2]	U(e) [W/m2K]
A-1	1	goederensluis	49.0	spouwmuur kantoor	27.9	0.270	gevel vloer plat dak	86.4 49.0 49.0	0.320 0.370 0.180

TRANSMISSIEGEGEVENS EN BEZONNING

sector	nr	omschrijving	orient	A [m2]	U [W/m2K]	a [-]	AÜÜa [W/K]	d [-]	Aüd [m2]	ZTA [-]	r [-]	zonwering	Qzon;t [MJ]
A-1	1	spouwmuur kantoor	O	43.4	0.272	1.00	11.8	1.0	43.4				
A-1	2	sandwichpaneel	O	36.7	0.147	1.00	5.4	1.0	36.7				
A-1	3	raam+kozijn	O	30.2	1.110	1.00	33.5	1.0	30.2	0.65	1.00	automatisch	10726
A-1	4	spouwmuur kantoor	ZO	32.0	0.272	1.00	8.7	1.0	32.0				
A-1	5	sandwichpaneel	ZO	27.5	0.147	1.00	4.0	1.0	27.5				
A-1	6	raam+kozijn	ZO	22.7	1.110	1.00	25.2	1.0	22.7	0.65	1.00	automatisch	10286
A-1	7	entree bg	ZO	8.6	1.350	1.00	11.6	1.0	8.6	0.65	0.24	automatisch	935
A-1	8	spouwmuur gevel	ZW	8.9	0.272	1.00	2.4	1.0	8.9				
A-1	9	sandwichpaneel raam	ZW	3.1	0.147	1.00	0.5	1.0	3.1				

A-1	10	raam+kozijn	ZW	2.5	1.110	1.00	2.8	1.0	2.5	0.65	1.00	automatisch	1338
A-1	11	spouwmuur kantoor	N	9.7	0.272	1.00	2.6	1.0	9.7				
A-1	12	sandwichpaneel raam	N	3.1	0.147	1.00	0.5	1.0	3.1				
A-1	13	raam	N	2.5	1.110	1.00	2.8	1.0	2.5	0.65	1.00	automatisch	627
A-1	14	dak penthouse	HOR	82.0	0.193	1.00	15.8	1.0	82.0				
A-1	15	entree 1e	ZO	12.7	1.350	1.00	17.1	1.0	12.7	0.65	0.48	automatisch	2762
A-1	16	penthouse raampanele	O	11.5	0.147	1.00	1.7	1.0	11.5				
A-1	17	penthouse raampanele	ZO	10.9	0.147	1.00	1.6	1.0	10.9				
A-1	18	penthouse raam+kozij	ZO	20.6	1.110	1.00	22.9	1.0	20.6	0.65	0.90	automatisch	8401
A-1	19	penthouse raampanele	ZW	10.7	0.147	1.00	1.6	1.0	10.7				
A-1	20	penthouse glasdeur+k	ZW	3.8	1.110	1.00	4.2	1.0	3.8	0.65	0.90	automatisch	1831
A-1	21	penthouse panelen	NW	27.3	0.147	1.00	4.0	1.0	27.3				
A-1	22	penthouse panelen	W	5.3	0.147	1.00	0.8	1.0	5.3				
A-1	23	penthouse panelen	N	11.5	0.147	1.00	1.7	1.0	11.5				
A-1	24	dak kantoor	HOR	152.0	0.193	1.00	29.3	1.0	152.0				

EP Utiliteitsgebouwen - versie: V2.0/a

28 aug 2001 - 10:00 uur

NPR 2917 (c) NNI

EP Utiliteitsgebouwen

sector	nr	omschrijving	orient	A [m2]	U [W/m2K]	a [-]	A*U*a [W/K]	d [-]	A*d [m2]	ZTA [-]	r [-]	zonwering	Qzon;t [MJ]
A-1	25	vloer kantoor	GROND	256.0	0.307	0.77	60.1	0.7	179.2				
Totaal				835.2			272.7		758.4				36906

INFILTRATIE / VENTILATIE

sector	qv;l0 [dm3/s]	qv;l0/m2 [dm3/sùm2]	gebouwhoogte	Uv;inf [dm3/sùm2]
A-1	40	0.070	<= 10 meter	0.03

REGELING VENTILATIE

Klimatiseringssysteem A

- factor Csys : mech. toe- en afvoer, zonder koeling Csys [Wüs/dm3] : 2.0
- terugregeling buitenlucht toevoer: geen of <20% recirculatie of terugregeling debiet Fregel;vent [-] : 1.00
- type warmteterugwinapparatuur : kwaliteitsverklaring Nwtw [-] : 0.90

INFILTRATIE / VENTILATIE

sector	qv;m;werk [dm3/s]	Uv;min [-]	Uv;m;max [-]	Uv;m [-]	Uv;m;e [dm3/sùm2]	Uv;i;verw [dm3/sùm2]	Uv;i;koel [-]	Uv;verw [-]	Uv;koel [-]	Hvent;verw [W/K]	Hvent;koel [W/K]	Fvent [-]
A-1	239.0	1.04	0.42	0.50	1.04	0.54	0.00	0.22	0.15	153.5	0.0	0.30

EFFECTIEVE THERMISCHE CAPACITEIT (forfaitaire methode)

Sector A-1 massa vloer >= 400 kg/m2 type plafond geen of open plafond

VERLICHTING

sector	dsec	gebouwfunctie	P(verl) [kW]	regeling verlichting	A(dagl) [m2]	A(kunstl) [m2]	fregel(kunst/dag) [-]/ [-]	Qprim:vl [MJ]
A-1	A01	kantoorgebouw	6.30	vertrekschakeling	179.00	394.00	0.90/0.70	144715
Totaal					179.00	394.00		144715

EP Utiliteitsgebouwen - versie: V2.0/a

28 aug 2001 - 10:00 uur

NPR 2917 (c) NNI

EP Utiliteitsgebouwen

OVERZICHT DEELGEGEVENS VOOR VERWARMING

Energiesector A-1		deelgegevens voor verwarming [MJ]									
Maand	Qtr	Qzon;t	Qzon;ze	Qzon	Qvent(v)	Qwinst(v)	Qverw	Gamma	Nb:verw	Ti	Te
1	13123	852	0	852	7386	7648	13539	0.4089	0.9119	20.0	1.7
2	12908	1902	0	1902	7265	8397	12396	0.4678	0.8898	20.0	2.0
3	10757	3758	0	3758	6054	9141	8074	0.6718	0.8095	20.0	5.0
4	8247	5026	0	5026	4642	8739	4367	0.9746	0.6958	20.0	8.5
5	5450	4400	0	4400	3068	6754	1856	1.4012	0.5659	20.0	12.4
6	3227	4702	0	4702	1816	4593	474	2.4263	0.3753	20.0	15.5
7	2151	4171	0	4171	1211	3204	0	3.4817	0.2737	20.0	17.0
8	2295	4867	0	4867	1292	3416	0	3.4581	0.2754	20.0	16.8
9	4088	2918	0	2918	2301	5325	1120	1.6363	0.5094	20.0	14.3
10	7171	2762	0	2762	4036	7368	4041	0.9188	0.7155	20.0	10.0
11	10111	1076	0	1076	5691	7403	8841	0.5449	0.8598	20.0	5.9
12	12191	472	0	472	6862	7268	12405	0.4203	0.9077	20.0	3.0
Totaal	91719	36906	0	36906	51625	79257	67113				

OVERZICHT DEELGEGEVENS VOOR KOELING

Energiesector A-1		deelgegevens voor koeling [MJ]									
Maand	Qtr;k	Qzon;nt	Qvent(k)	Qwinst(k)	Qkoel	Qprim:koel	Lambda	Nb:koel	Ti	Te	
1	15992	0	0	8387	250	0	1.9068	0.5088	20.0	16.0	
2	15777	0	0	9437	435	0	1.6717	0.5706	20.0	16.0	
3	13625	0	0	11293	1351	0	1.2065	0.7297	20.0	16.0	
4	11115	0	0	12561	3014	0	0.8849	0.8589	20.0	16.0	
5	8319	0	0	11935	4231	0	0.6970	0.9260	20.0	16.0	
6	6095	0	0	12237	6293	0	0.4981	0.9750	20.0	17.0	
7	5020	0	0	11706	6760	0	0.4288	0.9854	20.0	18.5	
8	5163	0	0	12402	7306	0	0.4163	0.9869	20.0	18.3	
9	6956	0	0	10453	3945	0	0.6655	0.9356	20.0	16.0	
10	10040	0	0	10297	2035	0	0.9750	0.8229	20.0	16.0	

11	12980	0	0	8611	549	0	1.5074	0.6211	20.0	16.0
12	15059	0	0	8007	250	0	1.8808	0.5151	20.0	16.0
Totaal	126140	0	0	127325	36421	0				

OVERZICHT DEELGEGEVENS INTERNE WARMTEWINSTEN PER MAAND

sector	deelsector	gebouwfunctie	Ag;dsec [m2]	qi (a=0.8) [W/m2]	Qi (a=0.8) [MJ]	qi (a=1.0) [W/m2]	Qi (a=1.0) [MJ]
A-1	dsec Aù1	kantoorgebouw	573.0	5.0	7535	5.0	7535
Totaal			573.0		7535		7535

EP Utiliteitsgebouwen - versie: V2.0/a

28 aug 2001 - 10:00 uur

NPR 2917 (c) NNI

EP Utiliteitsgebouwen

OVERZICHT EISEN ENERGIEPRESTATIECOEFICIENTEN EN BEZETTINGSGRAADKLASSEN

gebouwfunctie	EP-eis [-]	Uv;min in dm3/sùm2 per bezettingsgraadklasse per gebouwfunctie				
		B1	B2	B3	B4	B5
kantoorgebouw	1.90	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
EP-eis;woon [-]:	1.4	Cvent [-]: 135.00	Ckoel [-]: 4.00	Cverl [-]: 0.20		

ENERGIEPRESTATIECOEFICIENT PER GEBOUWFUNCTIE

Primair energiegebruik in MJ	gebouwfunctie	EP [-]	EP-eis
Qprim;verwarming	67113	kantoorgebouw	0.99
Qprim;ventilatoren	24496		
Qprim;verlichting	144715	Qpres;totaal/Qpres;toelaatbaar :	0.52
Qprim;pompen	6876		
Qprim;koeling	0		
Qprim;bevochtiging	0		
Qprim;warm tapwater	10232		
Qpres;woning	0		
Qpres;totaal	253432		
Qpres;toelaatbaar	484543		

EP Utiliteitsgebouwen - versie: V2.0/a

28 aug 2001 - 10:00 uur