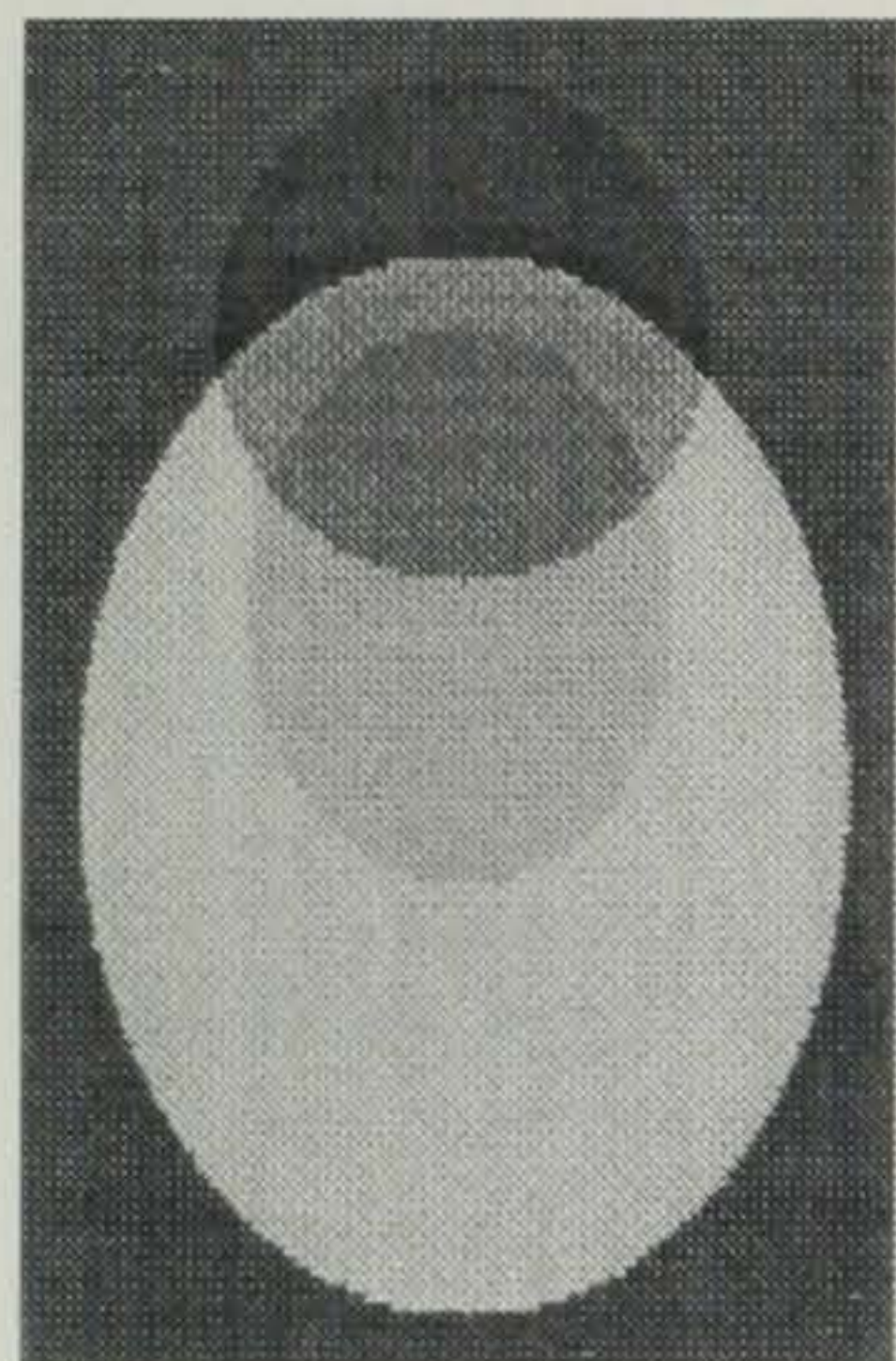
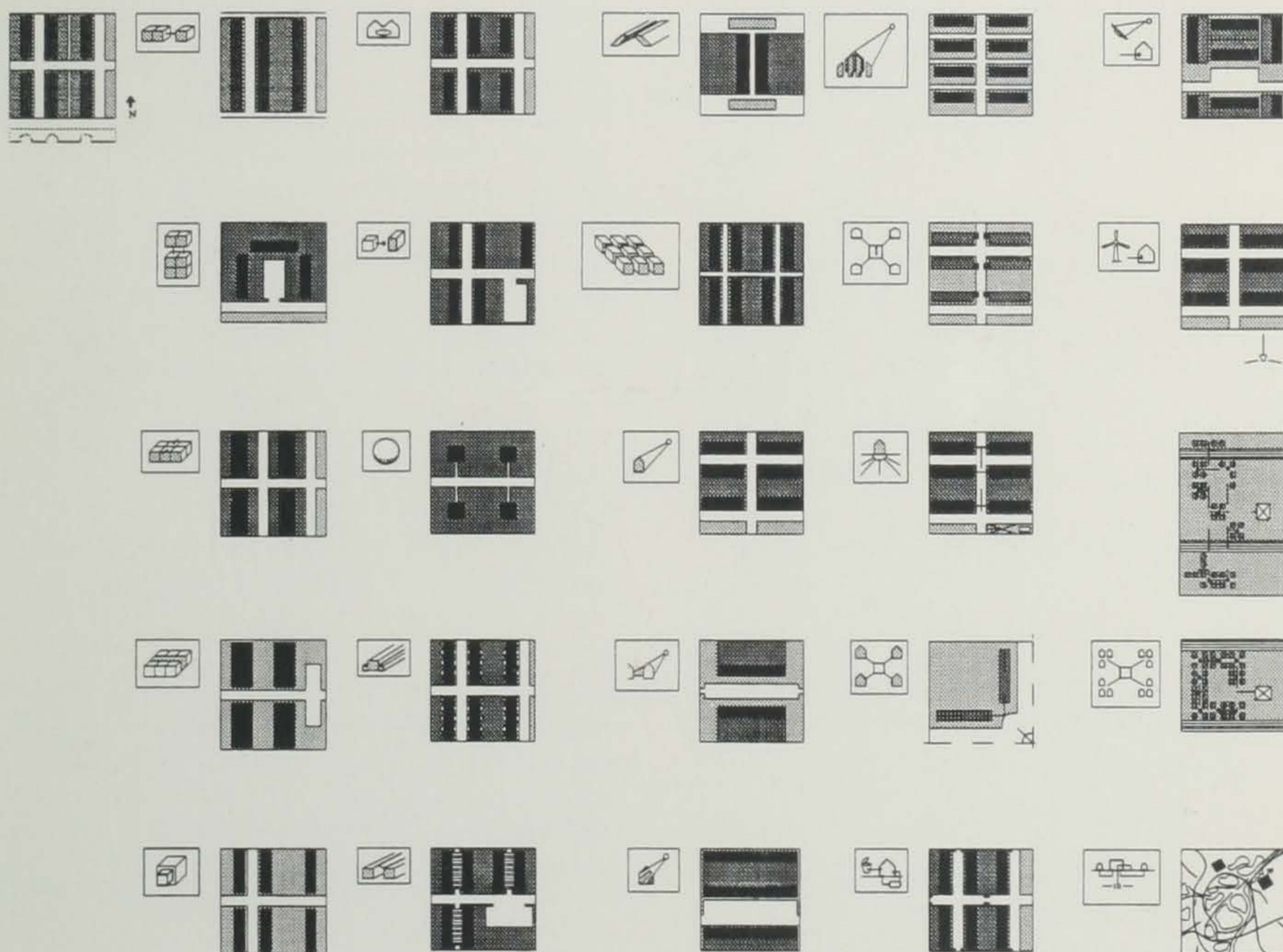


Monografieën Milieuplanning/SOM 14



Ontwerp-ingrepen op de hectare en hun energie-effect

Ir Alexander J. Boelen
Prof. dr ir Taeke M. de Jong
Ir. Cristof M. Ravesloot



Technische Universiteit Delft Faculteit Bouwkunde Vakgroep Stedebouw Werkverband Ruimtelijke Planning Leerstoel

Technische ecologie & Milieuplanning

A. EFFECTEN VAN ONTWERPMAATREGELEN

De energie voor huishoudelijke arbeid is grotendeels lichamelijk, aangevuld door een elektrisch vermogen van ca. 100 W (over het gehele jaar gemiddeld) per huishouden in de grote steden.

Tabel 1: Een aantal frekvent gebruikte huishoudelijke energieomzetters en hun globale vermogen zijn:

gloeilamp	50 W	naaimachine	300 W
radio	50 W	ventilator	20 W
televisie	200 W	haardroger	400 W
stofzuiger	400 W	wasautomaat	5 000 W
wasmachine	300 W	strijkijzer	1 000 W
centrifuge	200 W	broodrooster	1 000 W
koffiemolen	150 W	snelkookpan	1 000 W
koelkast	200 W	boiler	10 000 W

De bijdragen van de in tabel 1 genoemde apparaten tot het jaarverbruik zijn natuurlijk afhankelijk van de frequentie waarmee, en de tijdsduur waarover zij gebruikt worden en zeker niet evenredig met de hier genoemde vermogens. De laatste zes apparaten vertonen een hoog energieverbruik omdat zij (onder andere) warmte produceren. Een veel groter beslag op de energie legt de verwarming van woningen (meer dan 10 % van het totale finale verbruik). In 1982 werd in Nederland 469 PJ energie verbruikt voor verwarming in 4 957 000 woningen, dat betekent 94613 MJ per woning, en dat komt overeen met 3000 m³ aardgas per woning. Nieuwbouwwoningen verbruiken tegenwoordig veel minder energie, dank zij een doelgericht beleid van de overheid en het initiatief van particulieren na de energiecrisis en de verhoging van de energieprijzen. Op dit punt kunnen stedenbouwkundigen en architecten een belangrijke bijdrage leveren.

We geven in tabel 2 een overzicht van opties, middelen, maatregelen en de enkelvoudige effecten van deze maatregelen, voor zover die kunnen worden getroffen op het grensgebied van architectuur en stedenbouw: het schaalniveau van ca. 100 meter.

De hoofdopties (subjecten) dienen in de in tabel 2 aangehouden volgorde in beschouwing te worden genomen, omdat zij weinig zin hebben als onvoldoende aandacht is besteed aan de voorafgaande opties. Deze reeks vertoont daarom een volgorde van voorwaardelijkheid: elke optie veronderstelt in zekere mate de toepassing van de voorafgaande optie.

Zo heeft het weinig zin om lokale bronnen te benutten als het omzetrement slecht is. Op zijn beurt heeft het

weinig zin het omzetrement tegen hoge kosten te verbeteren als niet eerst bekeken is hoe de vraag kan worden beperkt. In het verleden zijn grote investeringen gedaan om aan de aanbodzijde energiebesparing te bereiken, doch het rendement van deze investeringen werd aangetast toen de consument aan de vraagzijde ging besparen. Elke maatregel aan de aanbodzijde vooronderstelt daarom voldoende maatregelen aan de vraagzijde. De maatregelen die behoren tot de eerste en de derde optie kunnen op basis van bestaand onderzoek vrij goed worden gekwantificeerd. Het energetisch effect van de tweede optie is echter op grond van bestaand onderzoek slechts in zeer beperkte mate inzichtelijk. De energetische en stedenbouwkundige effecten van maatregelen uit de vierde en vijfde optie zijn zo variabel en plaatsafhankelijk, dat deze opties slechts globaal aan de orde zullen komen.

De opties zijn nader uitgewerkt in stedenbouwkundige middelen op zodanige wijze dat de volgorde van voorwaardelijkheid zo veel mogelijk behouden blijft en dat bovendien fundamenteel verschillende berekeningswijzen worden onderscheiden. Daardoor ontstaat weer een zuiverder inzicht in combinatiemogelijkheden en onderlinge strijdigheden.

De middelen zijn nader uitgewerkt in maatregelen (zie tabel 3). Daarbij is de volgorde van voorwaardelijkheid opnieuw zoveel mogelijk gehandhaafd. Het onderscheidingscriterium is hier opnieuw de aard van het fysisch mechanisme, maar vooral ook het stedenbouwkundig effect.

Eenzelfde middel kan naar gelang de uitwerking in afzonderlijke maatregelen zeer verschillende stedenbouwkundige effecten hebben. Bepaalde middelen kunnen daardoor ten onrechte in een kwaad daglicht worden gesteld aangezien eenzelfde doel ook met andere maatregelen had kunnen worden bereikt. Voor een juiste afweging in de sfeer van beleid en ontwerp is dit indelingscriterium derhalve van groot belang. De

Tabel 2: Effectrapportage van energiemaatregelen op de hectare:

subject:	in een referentiehectare:
1.	buitenvlak verkleinen
2.	warmte-overdracht vertragen;
3.	passief zon opvangen;
4.	omzetrement verbeteren;
5.	lokale bronnen benutten.
object:	energieverbruik
methode:	ontwerpend onderzoek

verschillende maatregelen zijn op zo fundamentele wijze van elkaar onderscheiden, omdat in het verleden wel maatregelen zijn voorgesteld, die in feite een combinatie van maatregelen waren, waardoor het eigen effect werd vertroebeld.

Zo wordt onder "Passieve zonne-energie" wel een complex van maatregelen verstaan dat zijn grootste winst niet aan de zon dankt, maar aan allerlei tegelijkertijd getroffen maatregelen die het buitenoppervlak verkleinen of de warmte-overdracht vertragen. Deze laatste componenten van de "passieve zonne-energie" kunnen echter ook los van de zuidoriëntatie worden toegepast (luiken op noordramen helpen ook). Omgekeerd komen er strijdigheden voor, die onopgemerkt kunnen blijven wanneer men niet nauwgezet naar fysisch principe onderscheidt, zo kan men om zoveel mogelijk zon in de woning op te vangen bepleiten om

een woning breder te maken. Het verlies door vergroting van het buitenoppervlak kan dan echter groter worden dan de winst uit zon, zodat daarmee een contraproductieve maatregel wordt bepleit.

Dat het voorwaardelijkheidsprincipe van groot belang is bij de onderlinge prioriteitsstelling en afweging in de praktijk van beleid en ontwerp, kan ook aan de hand van enkele voorbeelden uit tabel 3 worden duidelijk gemaakt. Zo heeft het weinig zin om te proberen compact te bouwen, wanneer men niet eerst de mogelijkheden heeft overzien om aaneen te bouwen. Tien individueel compact gebouwde woningen verliezen meer warmte dan tien aaneengebouwde woningen. De aaneengebouwde woningen kan men vervolgens weer in een meer compact bouwvolume onderbrengen om nog eens extra winst te boeken. Eenzelfde logische volgorde van overwegingen treft men aan binnen de

TABEL 3: Opties, middelen en maatregelen

OPTIES	MIDDELEN	MAATREGELEN
1. buitenoppervlak verkleinen	01. aaneenbouwen	1. in de breedte 2. in de hoogte 3. in de diepte (rug) 4. idem (voor)
	02. compact bouwen	1. kleine woningen 2. smal en diep
2. warmte-overdracht vertragen	03. aanbouwen	1. schuren en garages 2. straten overdekken
	04. wind weren	1. zuid-oriëntatie 2. hoge dichtheid
	05. bijeenbouwen	1. kleine bouwafstand 2. hoge dichtheid
3. passief zon opvangen	06. woning in de zon	1. zuid-orintatie 2. belemmeringshoek
	07. zon in de woning	1. raam-oppervlak 2. zonering
4. omzetrendement verbeteren	08. rendabel opwekken	1. coll. installaties 2. ruimte voor opslag
	09. distribueren	1. sec. leidingen 2. primaire leidingen
5. lokale bronnen gebruiken	10. warmte en materiaal	1. rest- en afvalwarmte 2. afval, biogas
	11. licht en kracht	1. zon 2. wind en water

mogelijkheden om aaneen te bouwen: het heeft weinig zin om in de hoogte aaneen te bouwen, als men niet tegelijkertijd ook in de breedte aaneenbouwt. Nog sterker geldt dat voor smal en diep bouwen; deze maatregel spaart alleen energie als men in de breedte aaneenbouwt. Bijeenbouwen heeft weinig effect, wanneer men niet tegelijkertijd heeft gezorgd voor een redelijk windklimaat. De maatregelen "kleine bebouwingsafstand" en "hoge dichtheid" zijn respectievelijk bedoeld om onderlinge stralingsuitwisseling te bevorderen en de buitentemperatuur te verhogen (overigens twee geheel verschillende fysische principes!). Deze maatregelen sorteren echter alleen een behoorlijk effect als er geen harde wind waait. Zo heeft het ook geen zin de zon in de woning te laten als de woning niet in de zon staat. Omgekeerd heeft dat nog wel zin, omdat ook het opwarmen van de buitenwand energie spaart zonder dat de zon de woning binnen komt. Er is dus een asymmetrie tussen maatregelen onderling (het een niet zonder het ander, maar het ander eventueel wel zonder het een) die bij de afweging telkens van belang is, en hier als "voorwaardelijke reeks ontwerp-ingrepen" wordt weergegeven.

Op de volgende bladzijden worden de maatregelen - elk op één bladzijde - nader toegelicht. Om het energetische en stedenbouwkundige effect van elke maatregel zo duidelijk mogelijk tot uitdrukking te laten komen, is elke maatregel op een proefhectare toegepast in de referentiehectare, afgebeeld op de volgende bladzijde.

De eerste versie van dit onderzoek naar de energie-effecten van ontwerpingrepen op een hectare woningen is in 1984 uitgevoerd. De ontwerpingrepen werden toen alleen beoordeeld voorzover ze de transmissie van warmte door de buitenschil beïnvloedden. In dat onderzoek is geen rekening gehouden met ventilatieverliezen. De berekeningen uit 1984 zijn gebaseerd op de aanname dat een onnauwkeurigheid bij het rekenen in de onderlinge vergelijking weg zal vallen. De berekeningen zijn daardoor zeer eenvoudig en kunnen als het ware op de achterkant van een lucifersdoosje worden uitgevoerd. Deze berekeningen gaan uit van een isolatiewaarde die overeen komt met ca 6 cm buitengevelisolatie. Inmiddels is echter een R-waarde van 2,5 W/m²K voor de gehele buitenschil van een nieuwe te bouwen woning verplicht, wat overeenkomt met ca 10 cm isolatiemateriaal.

Na 1984 is een generatie berekeningsmethoden opgekomen die door middel van praktijkexperimenten en computersimulaties aangepast zijn aan het dynamische karakter van warmtetransport in constructies en lucht. Deze berekeningen zijn relatief eenvoudig, kunnen met de hand worden uitgevoerd en

kunnen tevens op eenvoudige wijze op de computer worden geautomatiseerd. Op essentiële punten als de invloed van zoninstraling, passieve zonne-energie, de invloed van de warmtecapaciteit op het rendement van interne warmteproductie en zoninstraling worden constanten ingevoerd die de berekening van deze dynamische invloeden mogelijk maakt.

De bewoner heeft invloed op het uiteindelijke energiegebruik voor ruimteverwarming. Daarnaast heeft het klimaat invloed op het energiegebruik van woningen. In de praktijk zweven de gebruikscijfers van individuele huishoudens + of - 30% rond de gemiddelde gebruikscijfers, die op hun beurt op grond van weersomstandigheden af kunnen wijken van de calculatieresultaten.

De berekeningen uit 1984 zijn in 1994 op basis van de nieuwe gegevens en met de nieuwe berekeningsmethoden overgedaan. De invloed van passieve zonne-energie en de interne warmteproductie zijn dynamisch gewogen. Wederom is geen rekening gehouden met ventilatieverliezen en spitst het onderzoek zich toe op de warmteverliezen als gevolg van transmissie door de buitenschil.

Zuidoriëntatie

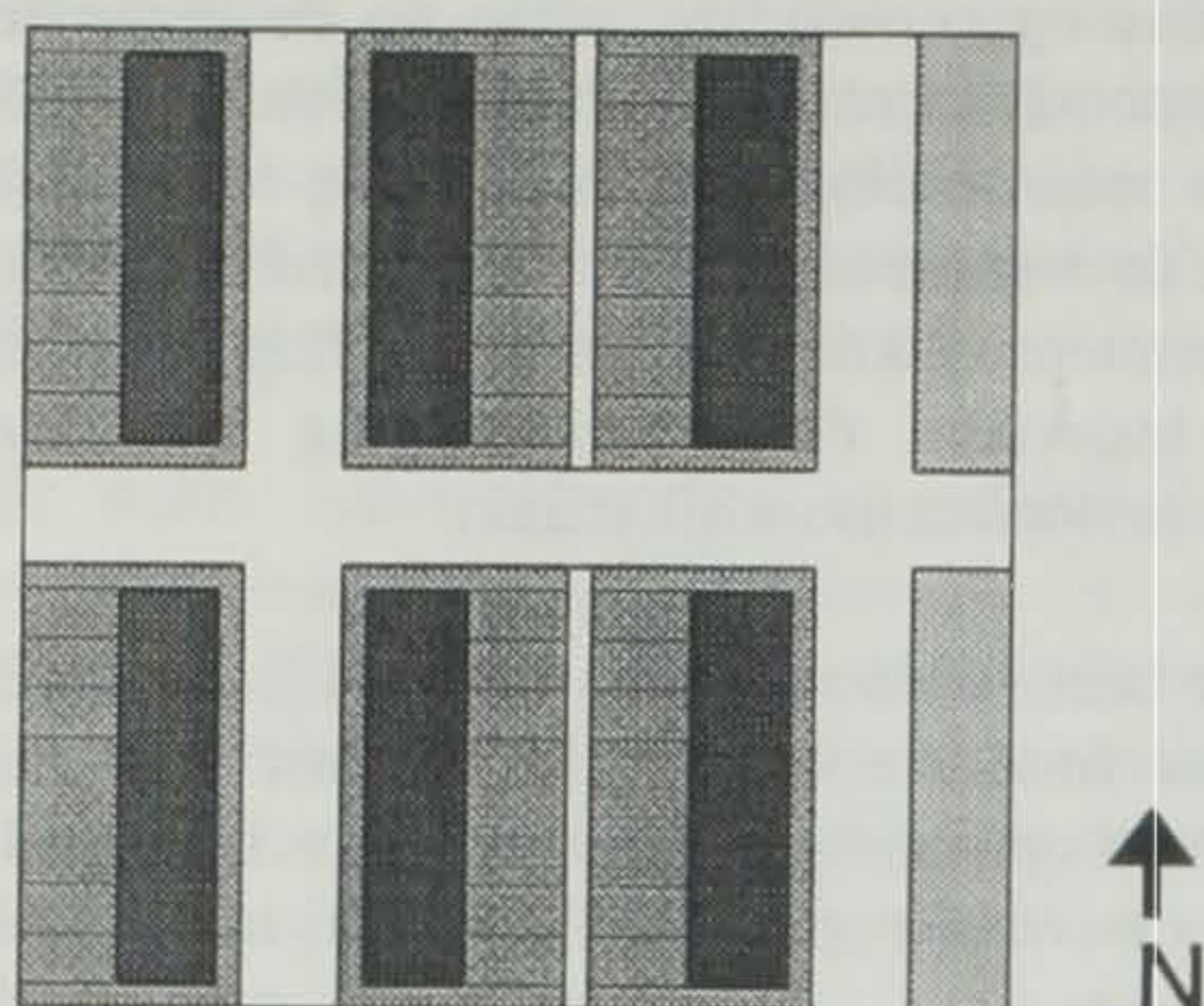
Een van de conclusies die in 1984 getrokken werd was dat oriëntatie op de zon vanuit energiebesparing altijd de moeite waard is in afweging met andere stedenbouwkundige energiebesparingsmaatregelen. Het in 1994 nieuw uitgevoerde ontwerpend onderzoek leidt er onder andere toe dat de stedenbouwkundige oriëntatie op het zuiden, zoals die al jaren als energiebesparend ontwerpmiddel op stedenbouwkundige schaal aanbevolen wordt, niet meer bovenaan de prioriteitenlijst staat. Bovendien zou deze maatregel in de zomer het probleem van oververhitting opleveren, terwijl in voor- en naseizoen sprake is van een sterk verminderde meeropbrengst.

Belemmeringshoek

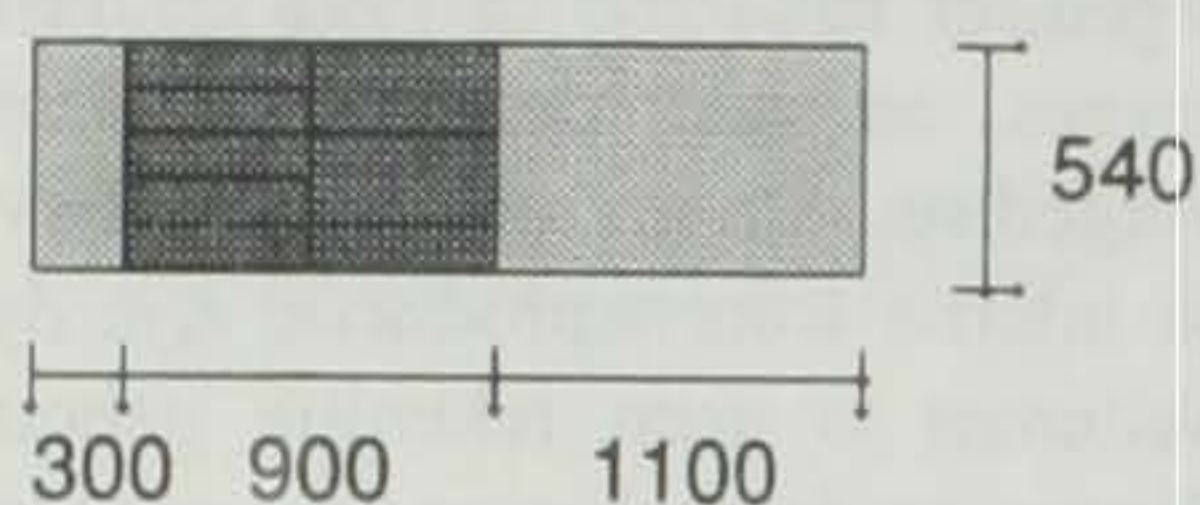
De invloed van de belemmering van woningblokken op de zoninval in woningen speelt een belangrijke rol. Bij een belemmeringshoek van 0 tot 16° zou een zuidoriëntatie optimaal zijn. Bij een belemmering van tussen de 16 en 20° is het verstandig de bouwblokken ca 20° naar het oosten te draaien. Bij belemmeringen tussen 20 en 24° is er geen voorkeur, en vanaf 24° zijn gevels op het oosten en westen juist weer het gunstigst voor de zoninval. Bij hogere dichtheden als gevolg van kleinere straatprofielen, komen de woningblokken dichter bij elkaar te liggen. De belemmeringshoek neemt af. Het ligt voor de hand om de woningen daarom des te meer op het zuiden te oriënteren omdat er dan nog meer zon binnen zal treden. Bij belemmerings-

Vervolg op blz 5

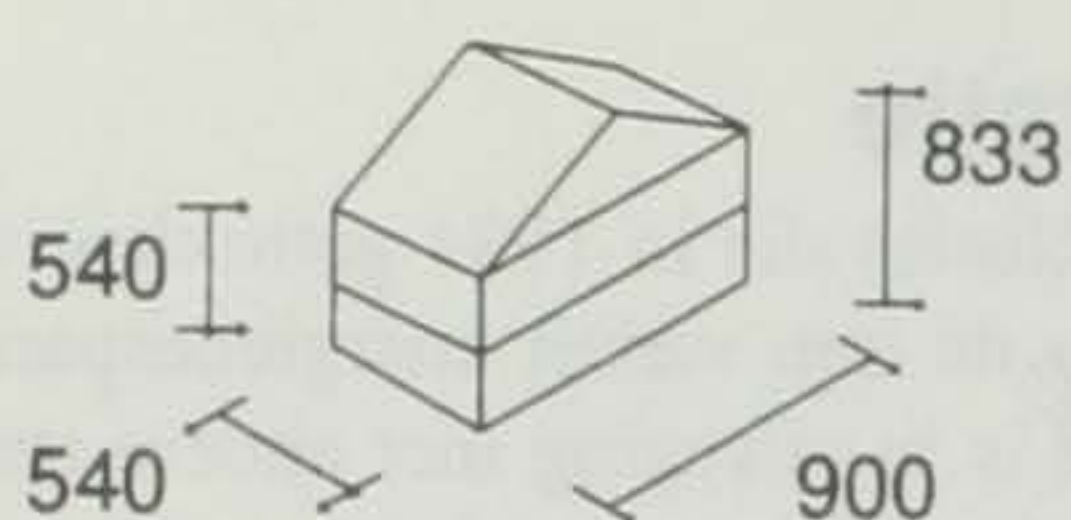
REFERENTIE



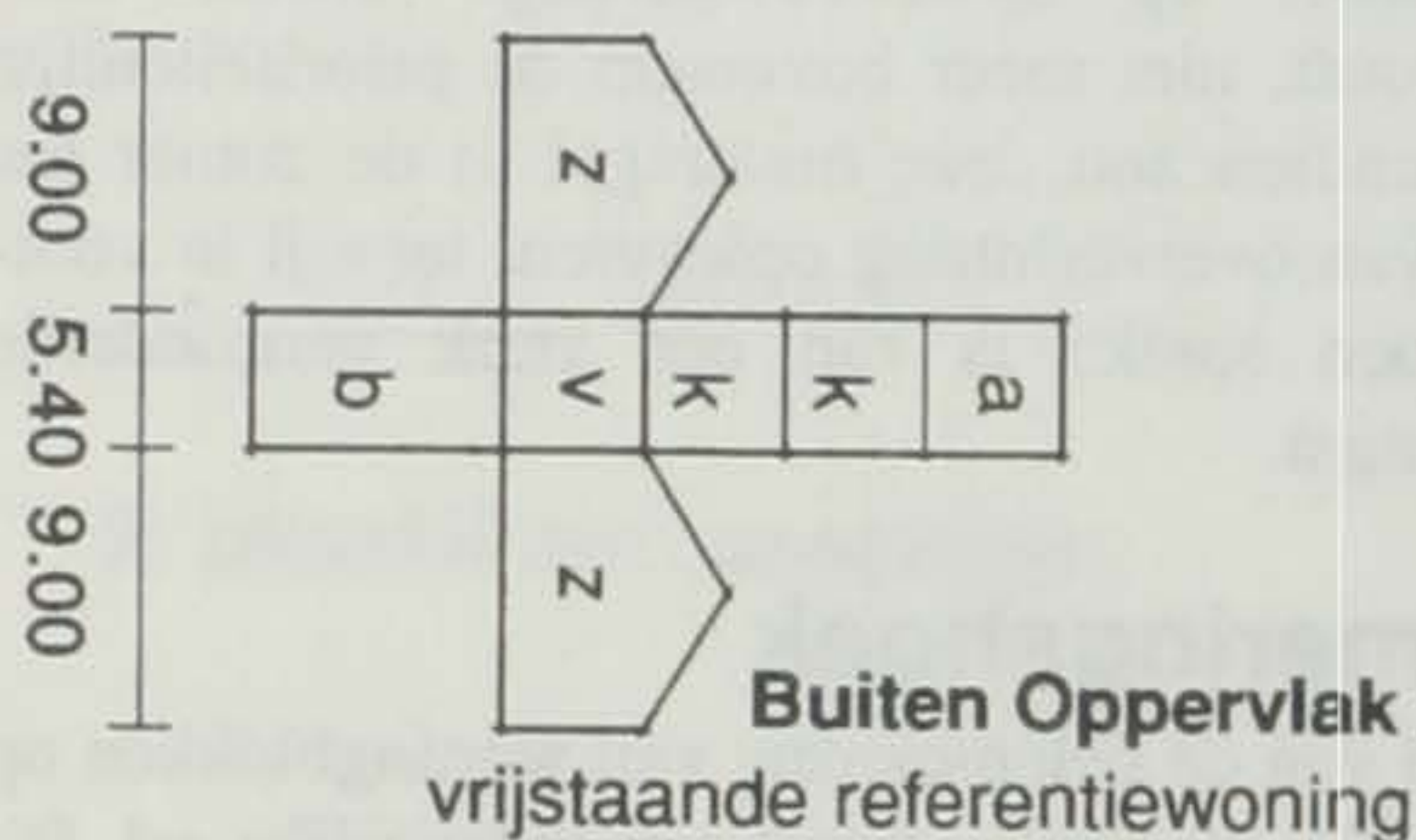
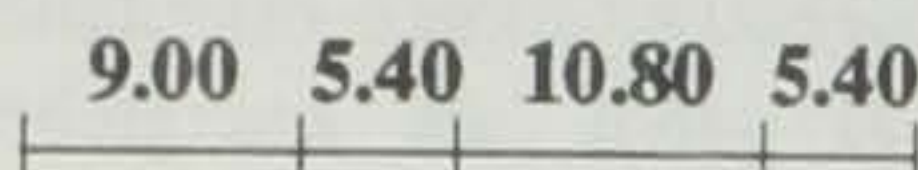
referentiehectare 48 won./ ha



referentiekavel 125 m²



referentiewoning 330 m³



Overig Energieverbruik per woning

koken	100
tapwater	342
electra	342
afvalwarmte el. productie	513

Deze referentiehectare telt 48 referentiewoningen op referentie-kavels met een parkeernorm van 1,3 auto's per woning. In deze hectare worden de onderscheiden energiemaatregelen toegepast, zoveel mogelijk met behoud van deze kenmerken. Hierdoor ontstaat per maatregel een proefhectare die vergeleken kan worden met de referentie-hectare. De energiebesparing die experimenteel ten opzichte van de referentiehectare wordt geboekt en aan de maatregel zelf kan worden toegeschreven, wordt de experimentele opbrengst van de maatregel genoemd. Deze experimentele opbrengst is meestal het maximaal haalbare per maatregel. Dit maximum wordt in de praktijk en bij een combinatie van maatregelen zelden gehaald. Deze opbrengsten zijn dus niet optelbaar.

Naast de referentiehectare is hier in globale, afgeronde Uit de vergelijking van de warmtebalansen kan geconcludeerd worden dat de opbrengst van de zon welliswaar niet hoog is, maar, gezien de verhouding tussen de transmissie- en ventilatieverliezen, zeker niet verwaarloosd mag worden. De zuidverkaveling levert bij het type Boreas genoeg rendement om de transmissieverliezen bijna geheel te compenseren. De warmtebalans toont aan de linker kant de hoeveelheid energie als gevolg van interne warmteproductie en zoninstraling die niet bijdraagt tot het verwarmen van de woning. Dit is rendementsverlies als de woning al warm is en er toch nog zoninstraling of productie van interne warmte plaats vindt. Met name in voor en naseizoen moet dit overschot aan warmte geventileerd worden.

De uitgangspunten voor de berekening per maatregel kunnen onderling verschillen, bijvoorbeeld waar niet meer letterlijk van de referentiewoning kon worden uitgegaan omdat de maatregel op zich in de woonvorm ingrijpt. In zo'n geval is mede op subjectieve gronden gekozen voor een oplossing die binnen realistische randvoorwaarden zo dicht mogelijk bij het karakter van de referentiewoning blijft. Zo kan dat bijvoorbeeld de ene keer tot uitdrukking komen in het gelijkhouden van de dakhelling (als daarmee een bruikbare zolder overblijft), de andere keer in het gelijkhouden van het volume. Op deze uitgangspunten wordt niet afzonderlijk ingegaan, omdat zij voor wie dat wil uit de tekst per maatregel kunnen worden gereconstrueerd.

hoeken kleiner dan $4H$ ($\alpha=14^\circ$) blijkt dit niets uit te maken.

Oververhitting

Stedebouwkundigen, energiedeskundigen en architecten noemen als nadeel van zuidverkavelen het bestaan van oververhittingsproblemen. In de wijk Overbos 8 in de Haarlemmermeer is daarvan geen sprake. Traditioneel gemetselde woningen in rijen van 8 of meer lijken niet te lijden onder structurele oververhitting. Eventuele incidentele gevallen van oververhitting zijn te wijten aan slechte beschaduwing gedurende de dag en/of achterwege blijven van ventilatie gedurende de nacht. In het verleden zijn wel klachten binnengekomen over te warme woningen die in de houtskeletbouwmethodiek opgetrokken zijn. De aanwezige massa, gevormd door gips, hout en minerale wol is niet voldoende om een buffer te vormen voor de binnenkomende warmte. Inmiddels is de bouwmethodiek van houtskeletbouw op het punt van massa en isolatie sterk verbeterd. De isolatie van houtskeletbouw met bijvoorbeeld cellulose-isolatie en dubbele gipsplaat voorkomt, in combinatie met normaal beschaduwings- en ventilatiemaatregelen, oververhitting.

Conclusie

In de problematiek van de energiebesparing in de woningbouw is dankzij ontwerpend onderzoek en praktijkervaring enige verschuiving van opvatting zichtbaar. Het oude geloof dat maximale energiebesparing door optimale zuidoriëntatie wordt gewaarborgd, is, voor zover het rijtjesverkavelingen betreft omvergeworpen. Zuidoriëntaties dienen op grond van andere ontwerpargumenten te worden

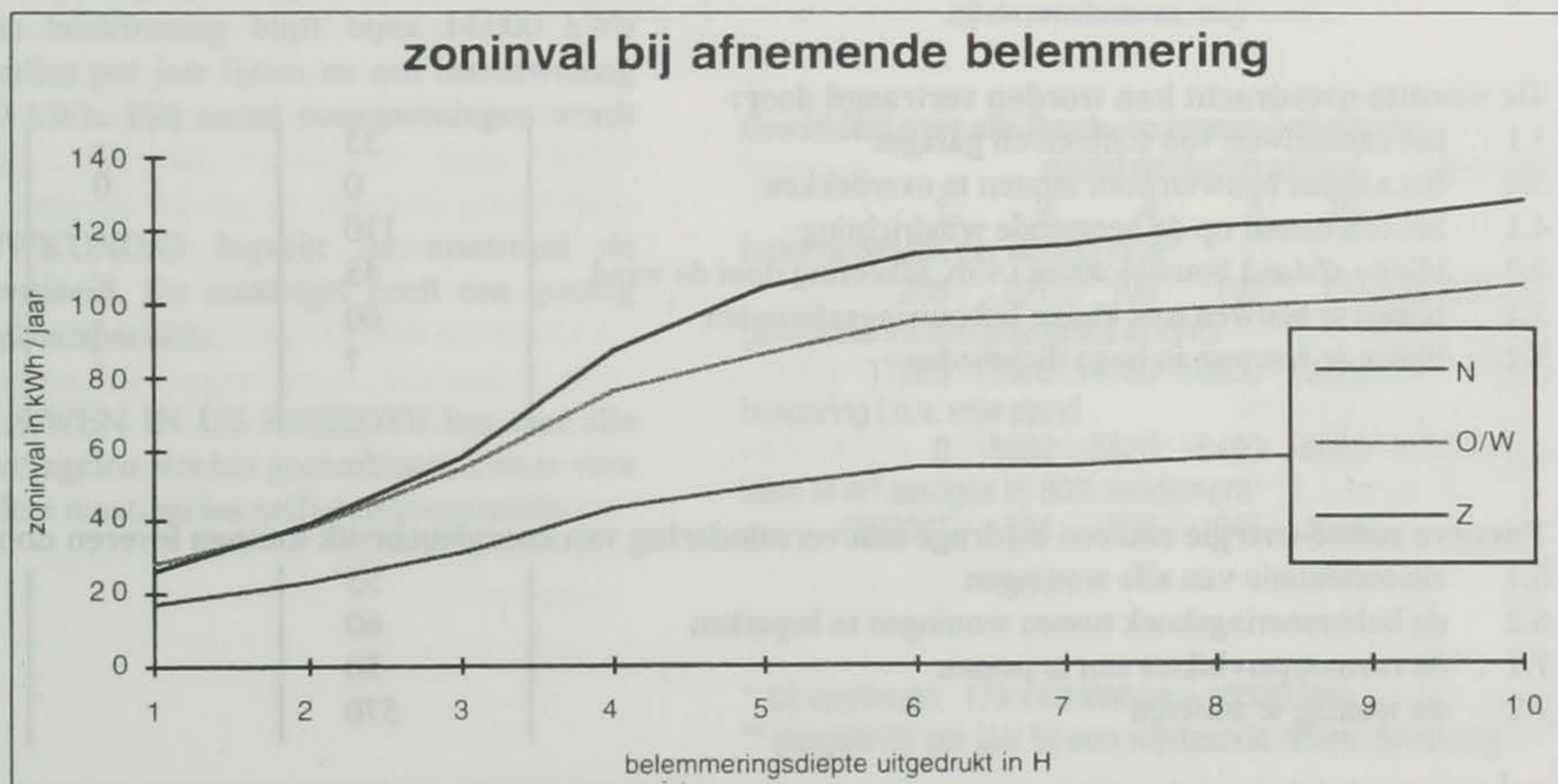
Figuur 1: Deze figuur toont de warmtebalans van de referentiewoning zoals die met eenvoudige berekeningmethodieken kan worden samengesteld. De verhouding tussen transmissie- en ventilatieverliezen is ongeveer 1:3.

Algemene projectgegevens referentiewoning in 1984:					
Lokatie	Nederland	Breedtegraad	52°20' ° NB		
Klimaatgegevens	De Bilt	Verwarmd Volume:	330 m ³		
Rendement ketel	90	Rekenwaarde ta	-10,0 °C		
IWP kWh/d	15	Rekenwaarde ti	16,0 °C		
	kWh	Wj	Wj	kWh	
ventilatie	4967	567	1873	16409	bijstook
transmissie	16377	1870	313	2746	zonbijdrage
oververhitting	1542	176	426	3731	interne warmte
	22886	2613	2613	22886	
stook	1875	m ³ aardgas	koeling	1542	kWh
stook	5,7	m ³ a.e. /m ³ VV	koeling	176	m ³ a.e./a

Figuur 2: Deze figuur toont de warmtebalans van de referentiewoning uitgerekend volgens de aangepaste statische berekening van 1994. De verhouding tussen transmissie- en ventilatieverliezen is afgenomen tot 1:2. De vergelijking tussen de zonbijdrage in de referentieberekening 1984 en de zonbijdrage in 1994 laat een verminderde meeropbrengst zien.

Algemene projectgegevens referentiewoning 1994:					
Lokatie	Nederland	Breedtegraad	52°20' ° NB		
Klimaatgegevens	De Bilt	Verwarmd Volume:	330 m ³		
Rendement ketel	90	Rekenwaarde ta	-10,0 °C		
IWP kWh/d	15	Rekenwaarde ti	16,0 °C		
	kWh	Wj	Wj	kWh	
ventilatie	4967	567	1092	9564	bijstook
transmissie	8889	1015	236	2071	zonbijdrage
oververhitting	1365	156	409	3586	interne warmte
	15221	1738	1738	15221	
stook	1093	m ³ aardgas	koeling	1365	kWh
stook	3,3	m ³ a.e. /m ³ VV	koeling	156	m ³ a.e./a

Figuur 3: Deze figuur toont de zoninval als functie van belemmeringsdiepte, uitgedrukt in H , bij aangepaste dynamische berekening. Bij een belemmeringshoek van D is $4H$, α is 14° , neemt de opbrengst niet meer noemenswaardig toe. Wel neemt dan het verschil tussen zuidoriëntatie en oost-west oriëntatie toe. Bij belemmeringshoeken kleiner dan $D=2H$, α is kleiner dan 27° , geeft een oost-west oriëntatie meer zoninval.



verdedigd.

Bij nieuwe wijken neemt de dichtheid van de verkaveling toe. Dit heeft invloed op de belemmeringshoek tussen de woningblokken onderling. Dankzij hoge isolatiewaarden van de buitenschil en relatief kleine glasoppervlakken is de invloed van de belemmeringshoek op de opbrengst van passieve zonne-energie kleiner geworden. Ook de veel gehoorde klacht van oververhitting blijkt in de praktijk met eenvoudige bouwmethodische maatregelen en verantwoord bewonersgedrag te kunnen worden verholpen. De energiebesparing in de woningbouw zal zich de komende jaren dan ook meer op gebouw- en installatieniveau afspelen. Met name de aandacht voor het terugdringen van ventilatieverliezen met behoud van een goede binnenluchtkwaliteit zal toenemen.

In het overzicht in tabel 4 is een schatting gegeven wat de bedoelde maatregel op zich in de proefhectare gemiddeld per woning kan opleveren in één van de onderdelen van deze balans. Dat kan dus inhouden dat sommige woningen er niet op vooruit-gaan en andere des te meer. Aan de berekening van de experimentele opbrengst per maatregel mag geen absolute waarde worden toegekend. De uitkomsten zijn in de praktijk van vele randvoorwaarden afhankelijk en dienen in dit onderzoek slechts ter vergelijking van de maatregelen onderling. Daarom is de meest globale berekeningswijze toegepast, met verwaarlozing van details die in de praktijk tot allerlei verschillen aanleiding geven. Deze werkwijze beantwoordt geheel aan het doel om tot onderling relateerbare uitkomsten te komen. De fouten worden overal op min of meer dezelfde wijze gemaakt en vallen bij vergelijking van de maatregelen onderling tegen elkaar weg. De resultaten dienen in de praktijk te worden gedetailleerd.

Tabel 4: De transmissieverliezen (MJ) van een woning kunnen worden verminderd door:

Het buitenoppervlak te verkleinen door:		1984	1994-1	1994-2
1.1	aaneenbouwen in de breedte	45	31	22
1.2	aaneenbouwen in de hoogte	340	277	194
1.3	aaneenbouwen in de diepte rug aan rug woningen	150	10	7
1.4	aaneenbouwen in de diepte corridorwoningen	60	47	19
2.1	compact bouwen in kleine woningen	110	225	158
2.1	a compact bouwen door colectieve ruimten	160	231	161
2.2	compact bouwen door woningversmalling en verdieping	80	10	5
2.2	a compact bouwen door concept van urban villa	340	-	-
De warmte-overdracht kan worden vertraagd door:				
3.1	het aanbouwen van schuren en garages	35	-	-
3.2	het aaneen bouwen door straten te overdekken	0	0	0
4.1	het oriënteren op de heersende windrichting	110	-	-
4.2	kleine afstand bouwblokken i.v.m. afkoeling door de wind	45	-	-
5.1	bijeen te bouwen met kleine bebouwingsafstanden	60	-	-
5.2	bijeen te bouwen in hoge dichtheden	?	-	-
Passieve zonne-energie zou een bijdrage aan vermindering van energiegebruik kunnen leveren door:				
6.1	zuidoriëntatie van alle woningen	55		
6.2	de belemmeringshoek tussen woningen te beperken	60		
7.1	de raamoppervlaktes aan te passen	-50		
7.2	de woning te zoneren	570		

1 Buitenoppervlak verkleinen door :

1.1. AANEENBOUWEN IN DE BREEDTE

DEZE MAATREGEL BEOOGT zo min mogelijk zijkanten van woningen aan de buitenlucht bloot te stellen. Een natuurlijke drempel aan het aaneenbouwen in de breedte wordt bereikt bij een bouwlengte van ca. 40 meter, waar een onderbreking van het bouwlichaam door een dilatatievoeg noodzakelijk wordt. Aangezien elke gemeenschappelijke zijwand belangrijke besparingen in de bouwkosten oplevert (bij de referentiewoning ca. fl 3.500,- ten opzichte van een op de buitenlucht afgewerkte zijwand), wordt deze maatregel uit andere dan energetische overwegingen reeds vaak toegepast.

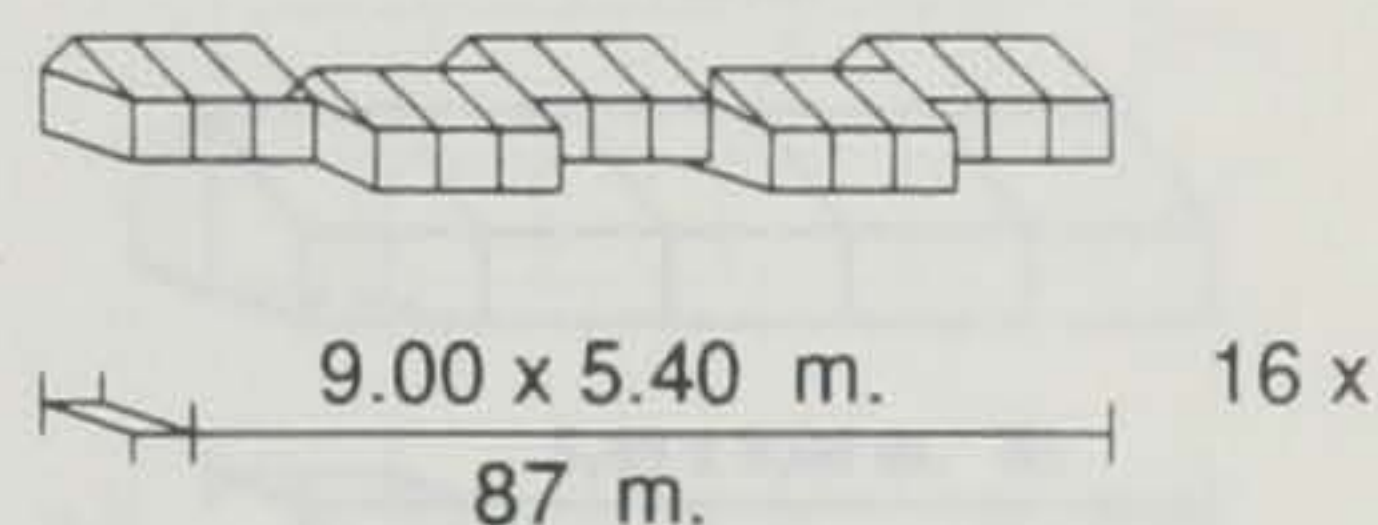
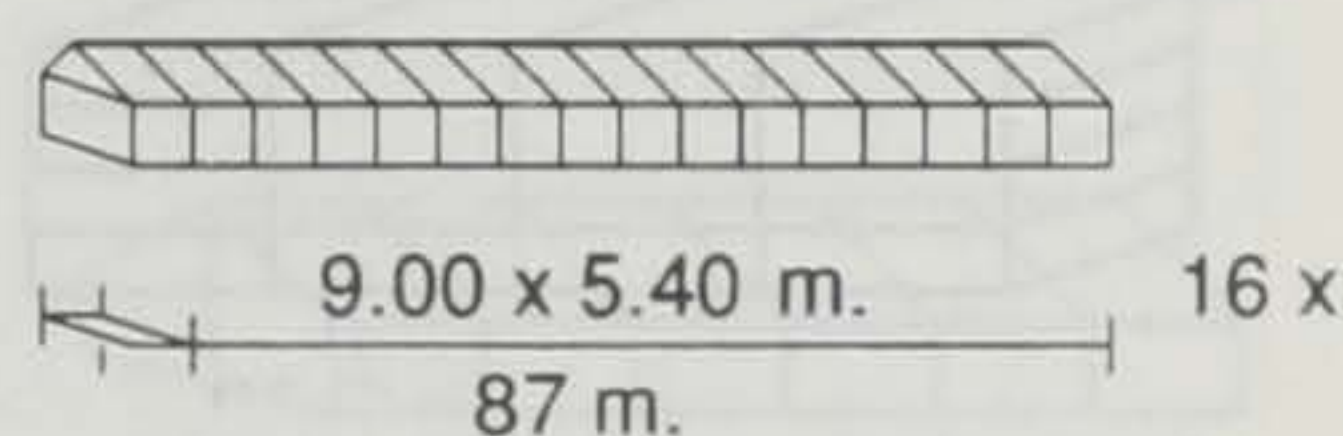
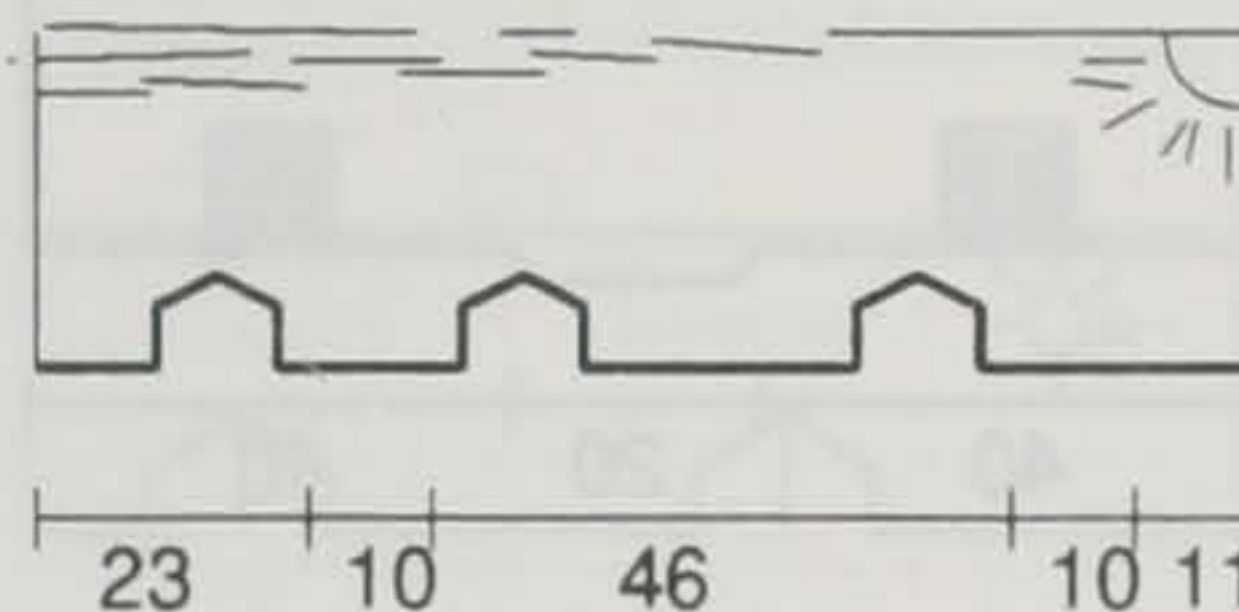
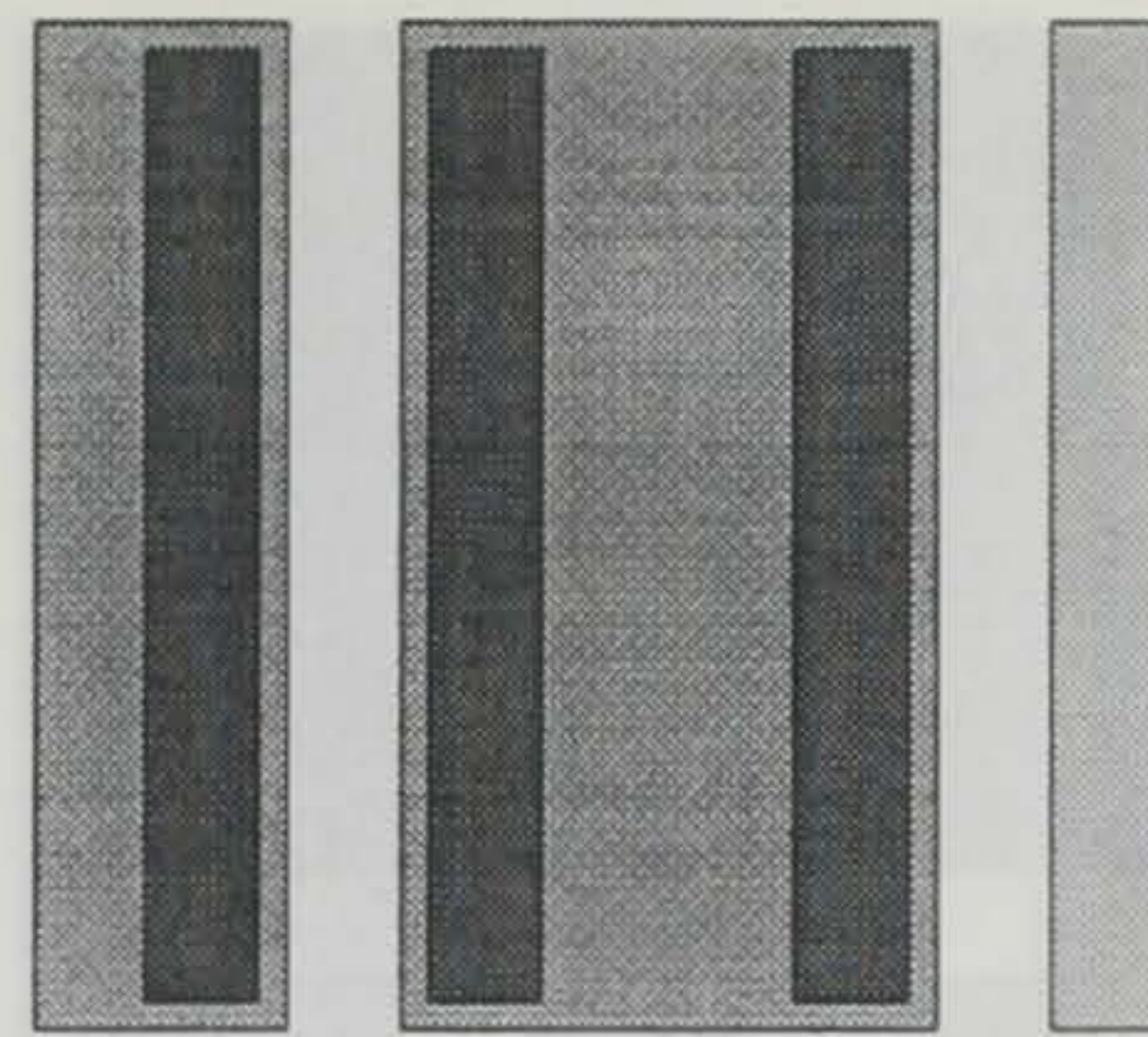
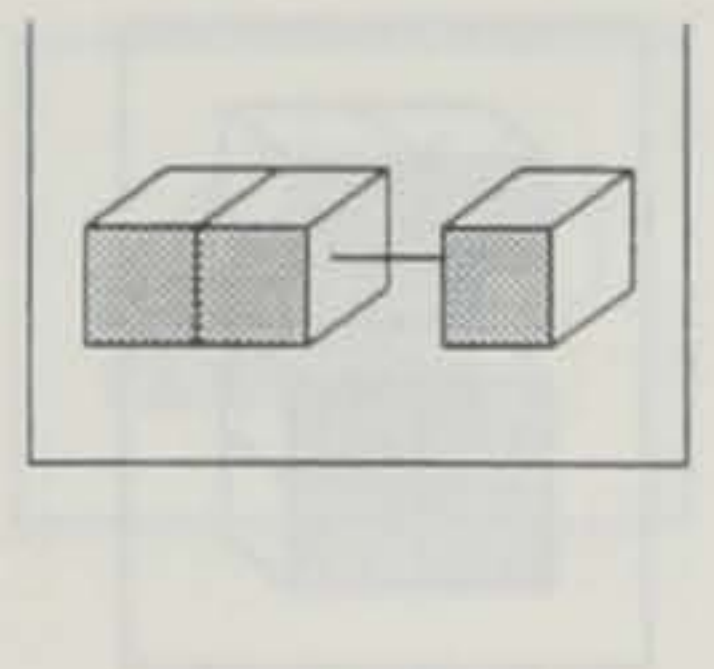
De maatregel levert energetisch bij elke toegevoegde woning relatief (per woning) steeds minder op (zie tabel 2). Er is dus over het geheel genomen sprake van een verminderende meeropbrengst. De maatregel wordt belangrijk verzwakt door toepassing van verschuivingen (zie figuur .., de hier afgebeelde verschuivingen vergroten het buitenoppervlak en daarmee de transmissieverliezen met ruim 20%). Een dergelijke bouwwijze levert bovendien extra ventilatieverliezen op.

Het buitenoppervlak van een vrijstaande referentiewoning (zie figuur ..) bestaat uit kap (K), voor kant (V), beganegrond vloer (B), achterkant (A) en de zijkanten (Z). Bij een vrijstaande referentiewoning beslaan de zijkanten 42% van het totale buitenoppervlak. In de referentieverkaveling, waar 8 woningen aanéén zijn gebouwd, is dat nog slechts 9%.

IN DE PROEFHECTARE zijn 16 woningen aangebouwd, hier beslaan de zijkanten nog slechts 5% van het buitenoppervlak. Omdat in de referentieverkaveling reeds in belangrijke mate is aaneengebouwd, blijft de winst in de proefhectare beperkt tot 420 kWh (ca. 60 m³ aardgas) per jaar per woning. Deze winst wordt echter niet gelijkmatig over de woningen verdeeld: een hoekwoning blijft bijna 14.000 kWh transmissieverlies per jaar lijden en een tussenwoning bijna 10 000 kWh. Het aantal tussenwoningen wordt alleen groter.

STEDEBOUWKUNDIG beperkt de maatregel de verkavelingsvrijheid. De maatregel heeft een gunstig effect op de plancapaciteit.

AANEENBOUWEN IN DE BREEDTE kan met alle volgende maatregelen worden gecombineerd, en is voor sommige andere maatregelen zelfs een voorwaarde.



1984
45 Wj.
1994-1
31 Wj
1994-2

22 Wj

Winst per woning ten opzichte van de referentiehectare

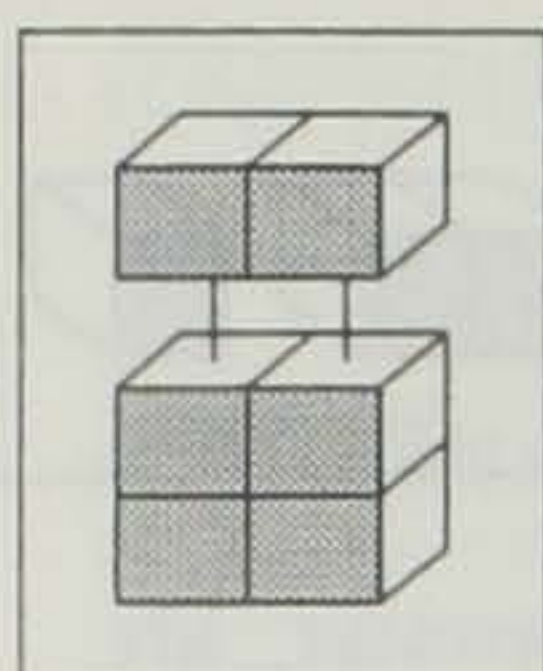
Tabel 2 De opbrengst van aaneenbouwen in de breedte bij de referentiewoning

Gemiddeld over alle (hoek- en tussen-)woningen

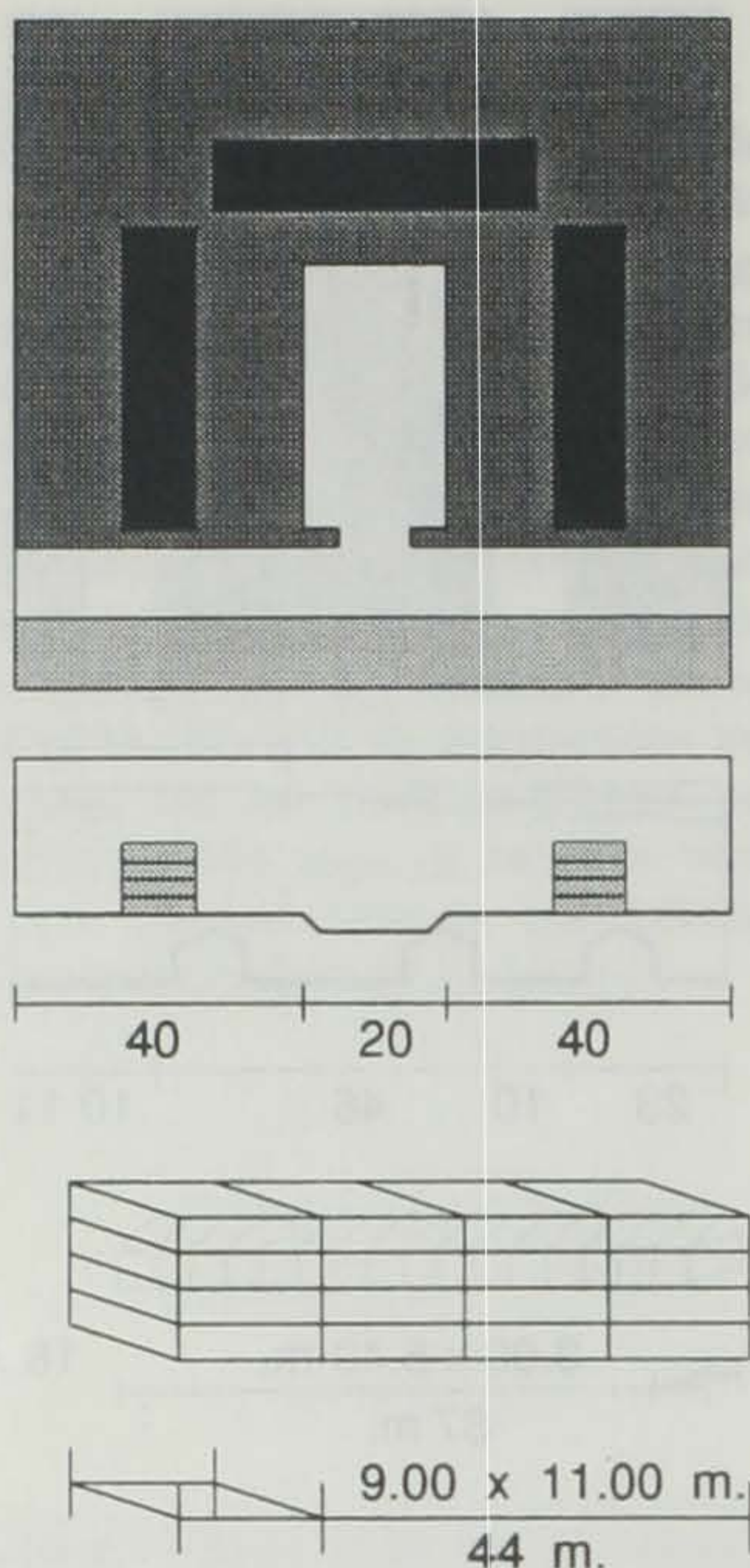
	aantal woningen aaneen					vuistregel *
	1	2	4	8	16	
buitenoppervlak per woning in m ²	288	227	196	180	173	173 x 60 kWh/m ² =
gemiddeld transmissieverlies in kWh	17280	13620	11760	10800	10380	- 17280 =
besparing t.o.v. vrije stand	0	-3660	-5520	-6480	-6900	x 7/60 x 0,8 =
idem in m ³ aardgas bij 80% rendement	(2520)**	-534	-805	-945	-1006	

* bij voorbeeld: 173 x 60 kWh/m = 10380 kWh.

** gasgebruik per jaar bij een vrijstaande referentiewoning



1 Buitenoppervlak verkleinen door : 1.2. AANEENBOUWEN IN DE HOOGTE



1984

350 Wj

1994-1

277 Wj

1994-2

194 Wj

Winst per woning ten opzichte van de referentiehectare

Tabel 3 De opbrengst van aaneenbouwen in de hoogte bij de referentieverdieping

Gemiddeld over alle (hoek- en tussen-)woningen					
	aantal verdiepingen				
	1	2	4	8	16
buitenoppervlak per woning in m ²	275	176	126	102	89
gemiddeld transmissieverlies in kWh	16500	10560	7560	6120	5340
besparing t.o.v. bungalow	+5940	0	-8940	-10380	-11160
idem in m ³ aardgas bij 80% rendement	(2415)**	-866	-1304	-1514	-1627

* bijvoorbeeld: 89 x 60 kWh/m = 5340kWh

** gasgebruik per jaar bij een bungalow

DEZE MAATREGEL BEOOGT zo min mogelijk onder- en bovenkanten van woningen aan de buitenlucht bloot te stellen. Aangezien elke gemeenschappelijke onder- of bovenkant belangrijke besparingen in de bouwkosten oplevert, wordt deze maatregel eveneens uit andere dan energetische overwegingen toegepast. Ook bij deze maatregel is over het geheel genomen sprake van een verminderende meeropbrengst (zie tabel 3).

IN DE PROEFHECTARE is ervan uitgegaan dat de verdiepingen van de referentiewoning naast elkaar één woning vormen (zie figuur ..). Er is gerekend met een woning die dezelfde inhoud heeft als een referentiewoning zonder kap. In tabel 3 is de vergelijking gemaakt met een referentiewoning zonder kap, zodat daar de besparing uitsluitend te danken is aan het stapelen, en niet aan woningverkleining. De besparing neemt af met de hoogte door extra windvang. Er kunnen bovendien extra windstuwingsverschijnselen optreden die plaatselijk een hogere afkoeling tot gevolg hebben dan elders. Boven 4 verdiepingen is een lift nodig met een eigen energievraag. Deze effecten zijn in tabel 3 niet in beschouwing genomen. In de proefhectare is van eenzelfde plancapaciteit uitgegaan en er is gestapeld tot 4 lagen. Dit reduceert het energieverbruik met ongeveer 3000 kWh (ca. 440m³ aeq.) per woning per jaar. Deze winst wordt echter zeer ongelijk verdeeld: de buitenhoekwoningen hebben ongeveer 17% minder transmissieverlies dan de eindwoningen in de referentieverkaveling, maar de middenwoningen ruim 60% vergeleken met de tussenwoningen in de referentieverkaveling.

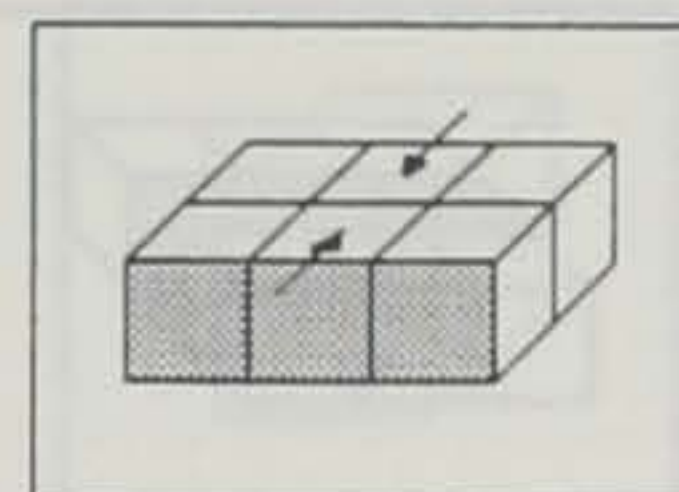
STEDEBOUWKUNDIG heeft stapelen een groot aantal effecten. Er ontstaat minder contact met de begane grond, kinderspeelplaatsen liggen ongecontroleerd, de toegangswegen worden niet beschermt en gecontroleerd door aanliggende bebouwing, het windklimaat van de open ruimte verslechtert door stuwingsverschijnselen, er is sprake van een grote schaduwwerking en er zijn ingrijpende visuele effecten. Daar staat tegenover dat een geconcentreerde ontsluiting mogelijk is, en dat de plan-capaciteit kan worden verhoogd.

AANEENBOUWEN IN DE HOOGTE kan strijdig zijn met aanbouwen, wind weren en woning in de zon zetten. Met de overige middelen is deze maatregel goed te combineren. De opbrengst is aanzienlijk, maar de stedenbouwkundige effecten zijn zeer ingrijpend. Het is daarom de vraag of de opbrengst de maatregel rechtvaardigt.

1 Buitenoppervlak verkleinen door :

1.3. AANEENBOUWEN IN DE DIEPTE

(RUG-AAN-RUG)

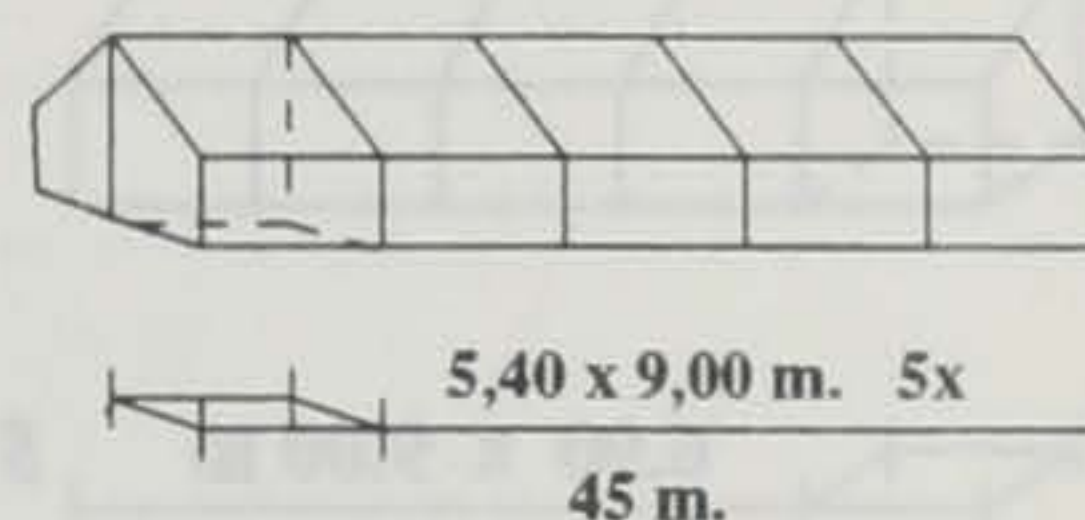
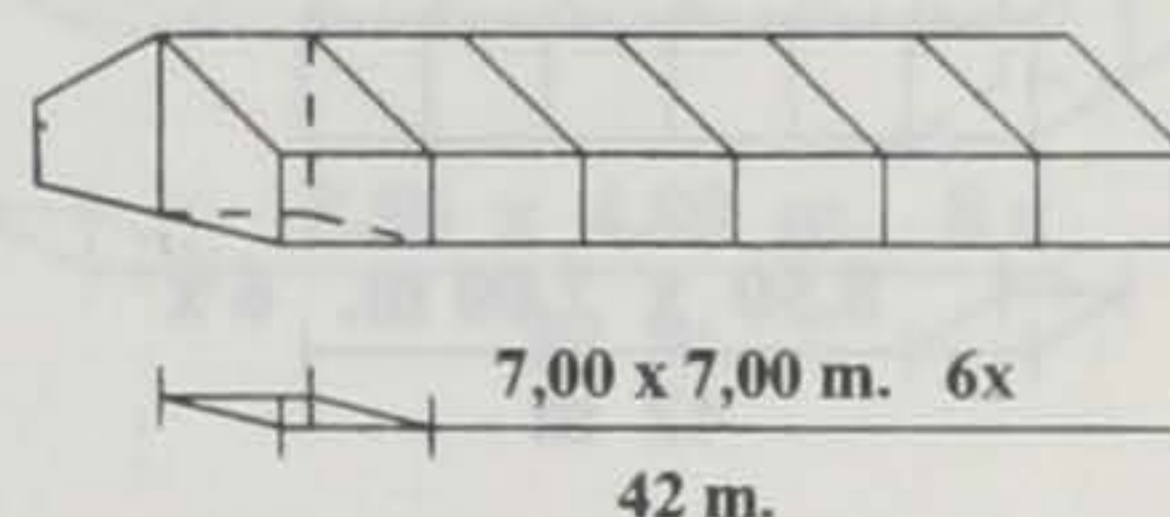
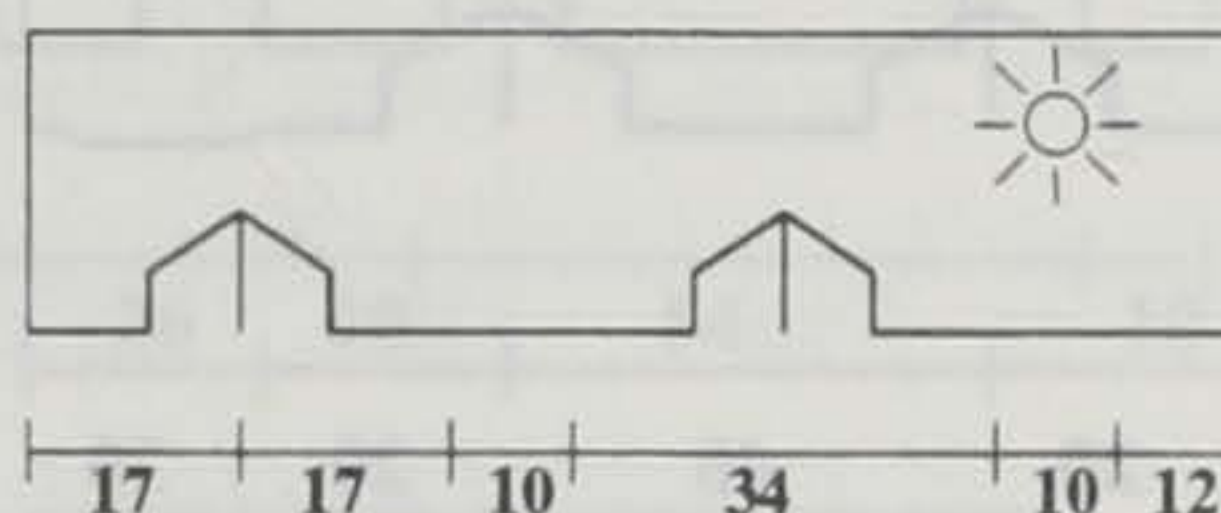
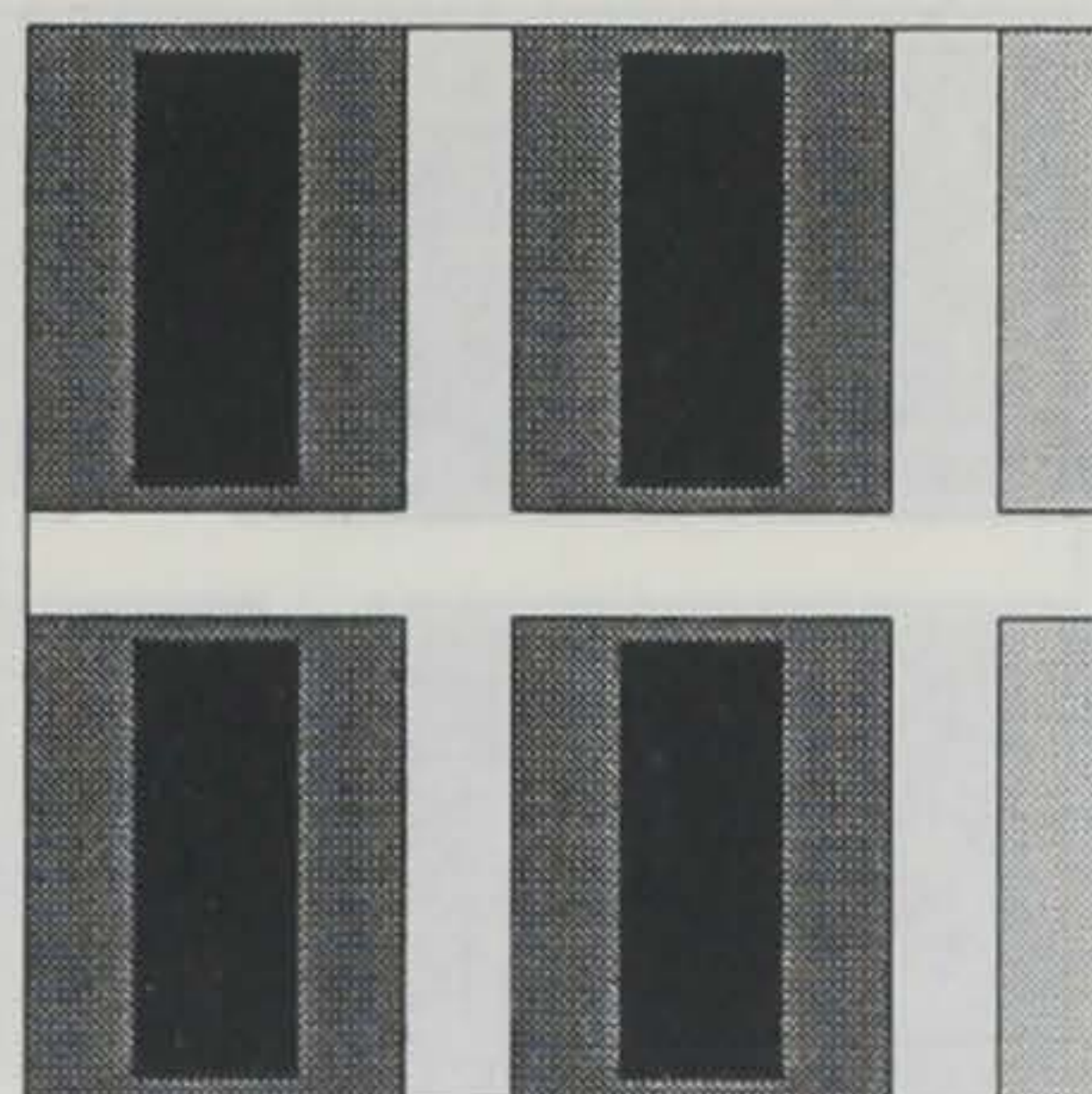


DEZE MAATREGEL BEOOGT de achterkant van de woning niet aan de buitenlucht bloot te stellen. De maatregel wordt gecombineerd met aaneenbouwen in de breedte. Aangezien de lichttoetreding in de woning en de relatie met de open buitenruimte door deze maatregel wordt beperkt, is ter compensatie verbreding van de woning noodzakelijk. Dit is uit energetisch oogpunt weer ongunstig, zodat het energetisch resultaat van deze maatregel beperkt blijft. Doordat de woning niet "doorspuikbaar" is, zal echter een kleiner ventilatieverlies optreden.

IN DE PROEFHECTARE (zie figuur) is uitgegaan van een verbreding van de woning tot 7 meter, zodat ook de diepte 7 meter bedraagt (dit wordt wel beschouwd als maximum diepte voor een aanvaardbare lichttoetreding). Het vloeroppervlak is daardoor gelijk aan dat van de referentiewoning. Er is tevens een variant uitgewerkt waarbij de referentieverdiepingen dwars geplaatst zijn, zodat een woningbreedte van 9 meter wordt bereikt. Hoewel het saldo bij deze breedte nog steeds positief is, wordt hierdoor toch de opbrengst gehalveerd.

STEDEBOUWKUNDIG leidt de maatregel tot ontsluiting via de tuin. Daardoor ontstaat een breed straatprofiel met diepe voortuinen. Om voor alle woningen zontoetreding te garanderen zullen de blokken met hun voorgevels op het oosten en westen georiënteerd moeten worden.

AANEENBOUWEN IN DE DIEPTE (RUG) gaat niet samen met smal en diep bouwen, kan strijdig zijn met het in de zon zetten van de woning en het toelaten van de zon in de woning, dient gecombineerd te worden met aaneenbouwen in de breedte.



1984

150 Wj

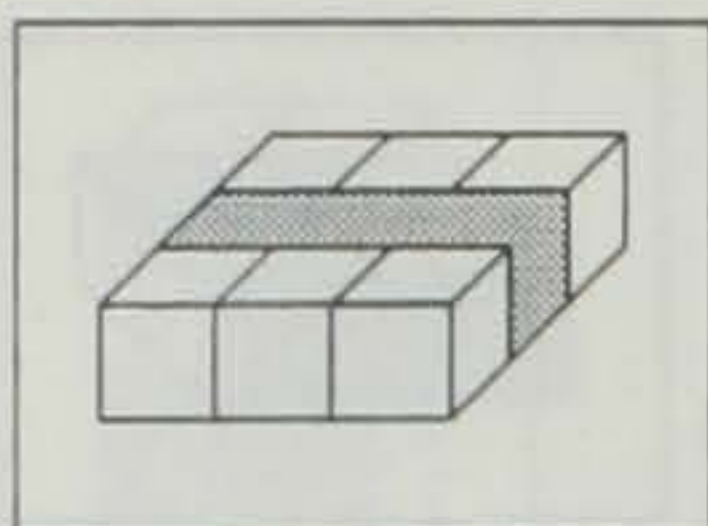
1994-1

10 Wj

1994-2

7 Wj

Winst per woning ten opzichte van de referentiehectare



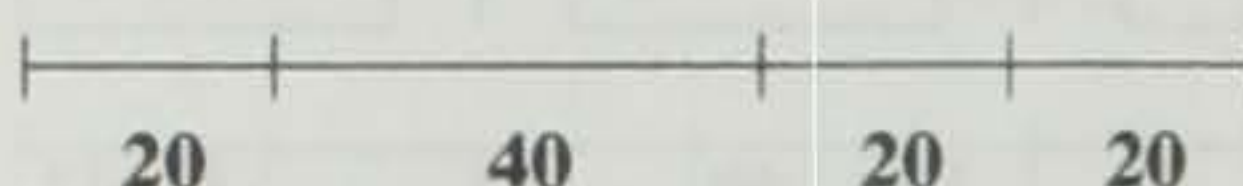
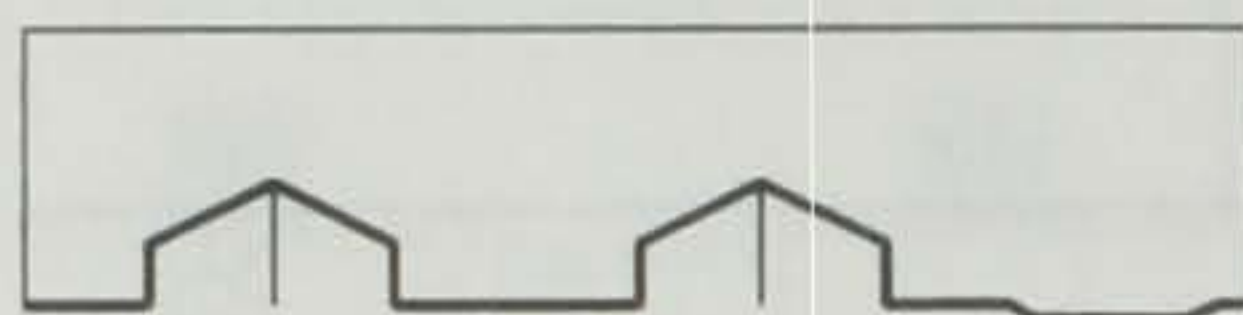
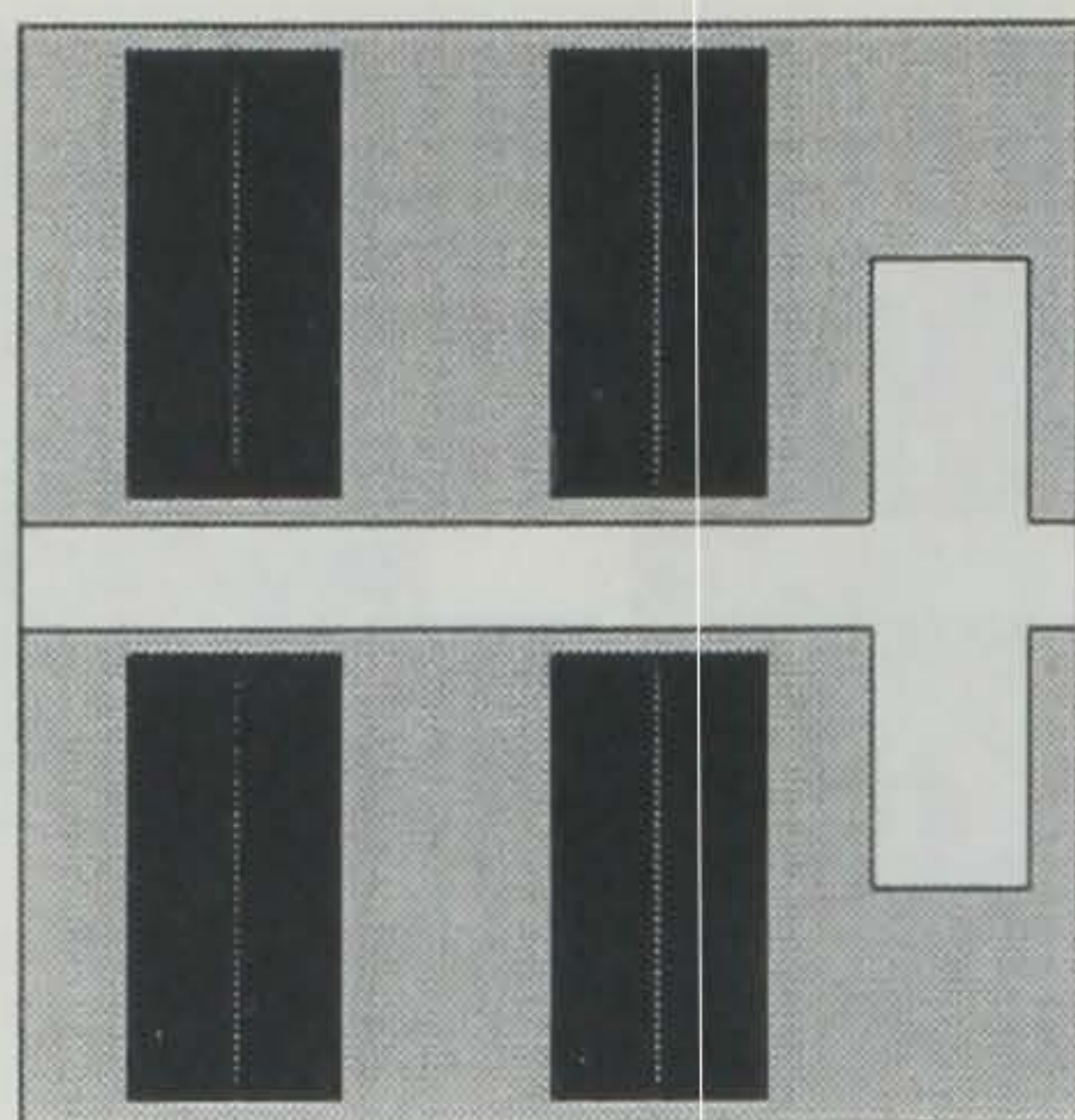
1

1.4.

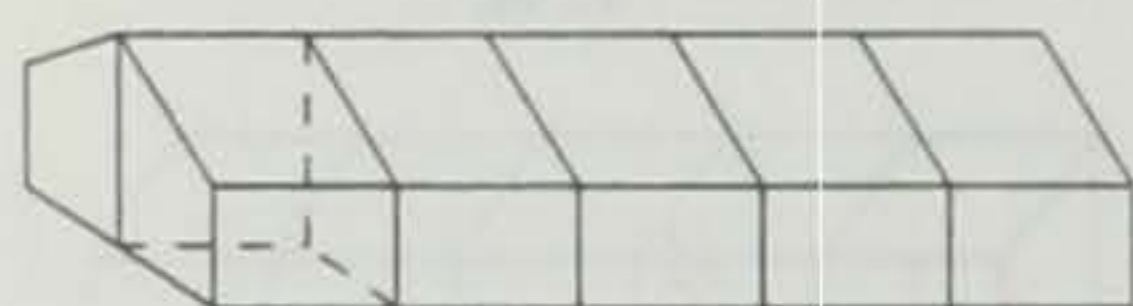
Buitenoppervlak verkleinen door :

AANEENBOUWEN IN DE DIEPTE

(VOORKANT)



8.50 x 7.00 m. 6 x
42 m



6.90 x 9.00 m 5 x
45 m

1984

57 Wj.

1994-1

47 Wj

1994-2

19 Wj

Winst per woning ten opzichte van de referentiehectare

DEZE MAATREGEL BEOOGT de voorkant van de woning niet aan de buitenlucht bloot te stellen. De maatregel is geheel analoog aan de vorige (1.3), maar de woningen zijn gescheiden door een gang waarmee zij worden ontsloten. Dergelijke woningen worden ook wel "corridorwoningen" genoemd.

IN DE PROEFVERKAVELING is uitgegaan van een corridor van 3 meter breed. Hierdoor wordt de buitenoppervlakte ten opzichte van de referentieverkaveling groter in plaats van kleiner. Daardoor worden kleinere besparingen bereikt dan bij de voorgaande maatregel. Aangezien echter de temperatuur in de corridor belangrijk lager zal zijn dan de gemiddelde binnentemperatuur legt het toegevoegde oppervlak niet zoveel gewicht in de schaal en is vergelijkbaar met het middel "aanbouwen". Door de geringe luchtbeweging aan de voorkanten van de woningen zal bovendien een grotere stralingsoverdracht tussen de woningen onderling plaats vinden. Bij de berekening van het energetisch effect is derhalve ervan uitgegaan dat de oppervlakte-vermeerdering ten opzichte van het rug-aan-rug bouwen slechts voor de helft kan worden meegerekend.

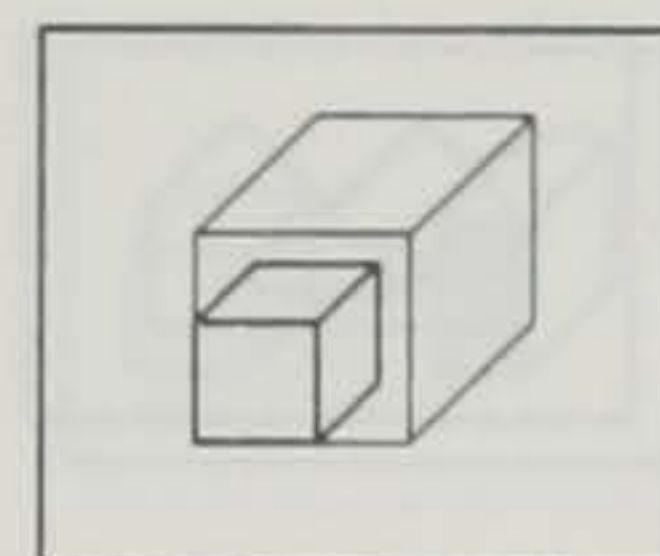
Ook voor deze maatregel is een variant uitgewerkt met een dwarsplaatsing van de referentieverdieping. Daardoor wordt echter de buitenoppervlakte zodanig vermeerderd, dat zelfs wanneer men de buitenoppervlakte van de corridor slechts voor de helft meerekent, ten opzichte van de referentieverkaveling een negatief resultaat wordt geboekt.

STEDEBOUWKUNDIG heeft de maatregel tot gevolg dat woningontsluitings-wegen kunnen vervallen, en dat het parkeren geconcentreerd dient te geschieden. De maatregel is daardoor geschikt voor bijzondere situaties met een beperkte verkavelingsmaat en heeft een gunstig effect op de plancapaciteit. In verband met de bezonning dienen ook in dit geval de blokken met de gevels op oost/west te worden georienteerd.

AANEENBOUWEN IN DE DIEPTE (VOORKANT) heeft een geringer energetisch effect dan rug-aan-rug bouwen. De woningen mogen niet te breed zijn, omdat men anders energetisch negatief effect krijgt. De maatregel kan op bijzondere plaatsen worden toegepast omdat de ontsluiting aan de kop van het blok is gesitueerd. Voor het overige zijn de effecten gelijk aan die van het rug-aan-rug bouwen (maatregel 1.3).

2. Buitenoppervlak verkleinen door

2.1. COMPACT BOUWEN IN KLEINE WONINGEN



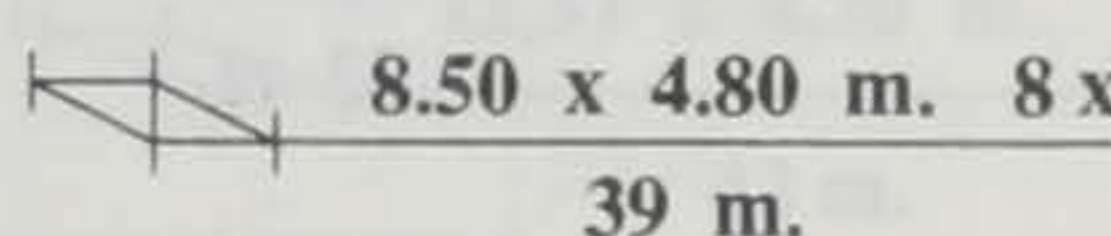
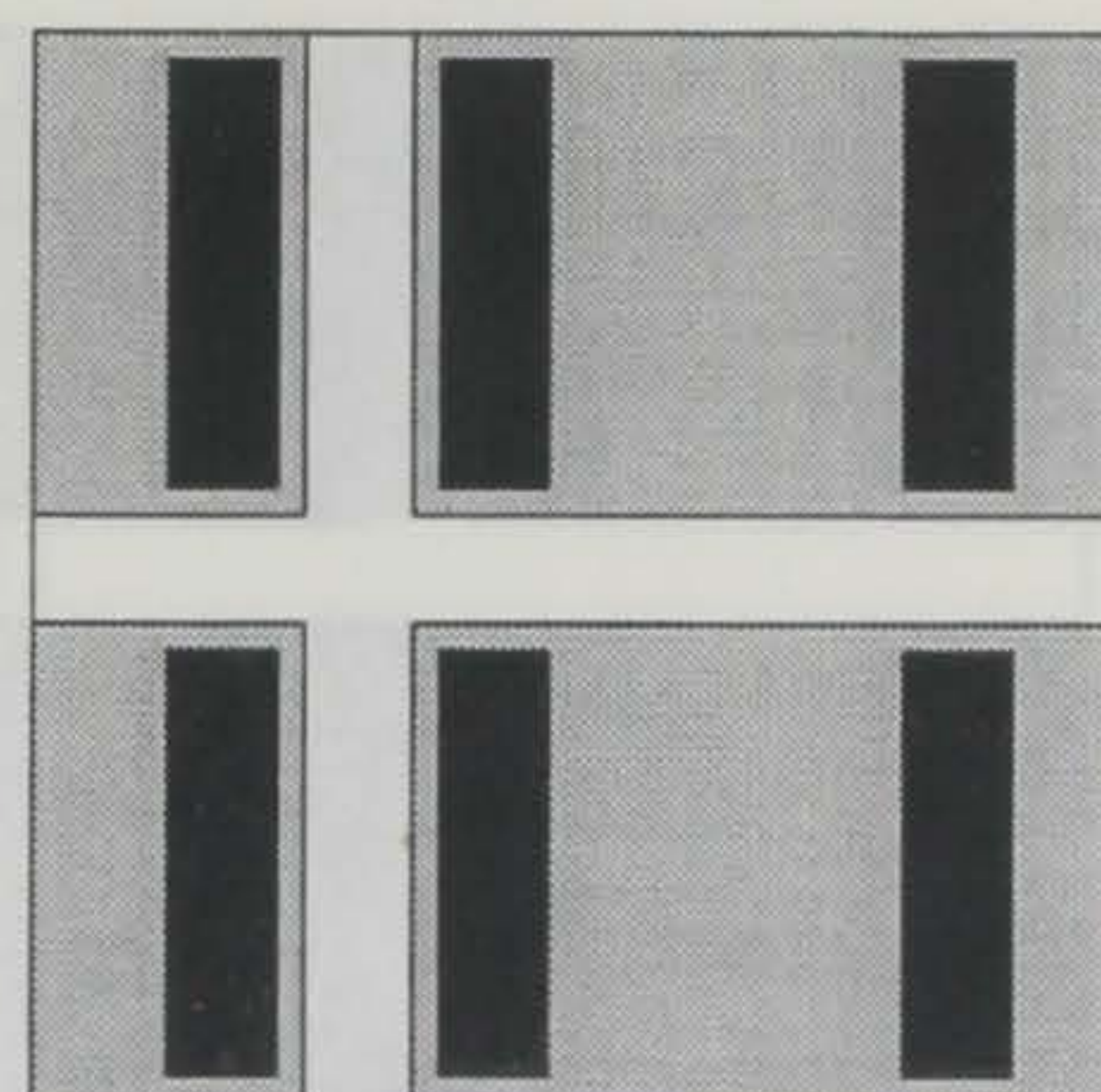
DEZE MAATREGEL BEOOGT een algemene beperking van het verwarmde bouwvolume per persoon. Dit is de operationalisering van het veel beleden, maar moeilijk uitvoerbare beginsel woninggrootte-differentiatie zo nauw mogelijk te laten aansluiten op de behoefte. Dit beginsel is moeilijk uitvoerbaar, omdat men voor tenminste 40 jaar bouwt, en dus voor een wisselende bevolking. Men kan niet voorkomen dat er mensen in te grote woningen komen te wonen. Men kan slechts over de gehele linie een stapje terugdoen en kleinere woningen bouwen. Het beperken van het verwarmde bouwvolume heeft weinig zin als daardoor het buitenoppervlak niet wordt beperkt. De oppervlakte / inhoud-verhouding (A_0/V) wordt daardoor nog ongunstiger dan reeds door woningverkleining het geval is. Het buitenoppervlak neemt namelijk op zich niet evenredig af met het volume.

De maatregel schiet zijn doel voorbij als daarmee energie-ongunstig woongedrag wordt veroorzaakt, zoals het verwarmd houden van meer vertrekken dan bij voldoende ruimte het geval zou zijn geweest. Kleinere vertrekken dragen niet alleen bij tot een kleiner buitenoppervlak en een kleiner ventilatievolume, maar zij worden ook sneller warm, zodat tijdelijke verwarming voor de bewoner aantrekkelijk wordt. Een kleiner bouwvolume biedt minder mogelijkheden tot het opvangen van zon, maar laat aan de andere kant bij gelijke belemmeringshoek ook kleinere blokafstanden toe.

IN DE PROEFHECTARE is de referentiewoning 45 m³ kleiner gemaakt door de breedte, diepte, goothoogte en zolderhoogte elk met 30 cm te verminderen. Het buitenoppervlak wordt daarmee 17 m kleiner, zodat de bijstookbehoefte met ca. 1000 kWh daalt.

STEDEBOUWKUNDIG leidt deze maatregel tot kleine nok- en goot-hoogten, kleinere bebouwingsafstanden, lagere kosten, mogelijkheden tot plancapaciteitsverhoging. Doordat een kleiner bouwvolume minder bewegingsvrijheid per persoon open laat, bestaat het gevaar van een functieverplaatsing uit de woning, zodat elders ruimten moeten worden gebouwd (en verwarmd).

COMPACT BOUWEN DOOR KLEINER WONINGEN biedt een energetische winst die bij een reeds minimale woning niet in verhouding staat tot het verlies aan wooncomfort. Bij een ruim uitgevallen woningontwerp kan de maatregel echter een nuttige bijdrage leveren, heeft dan verscheidene gunstige neveneffecten, en is met alle andere maatregelen combineerbaar.



1984

110 Wj

1994-1

225 Wj

1994-2

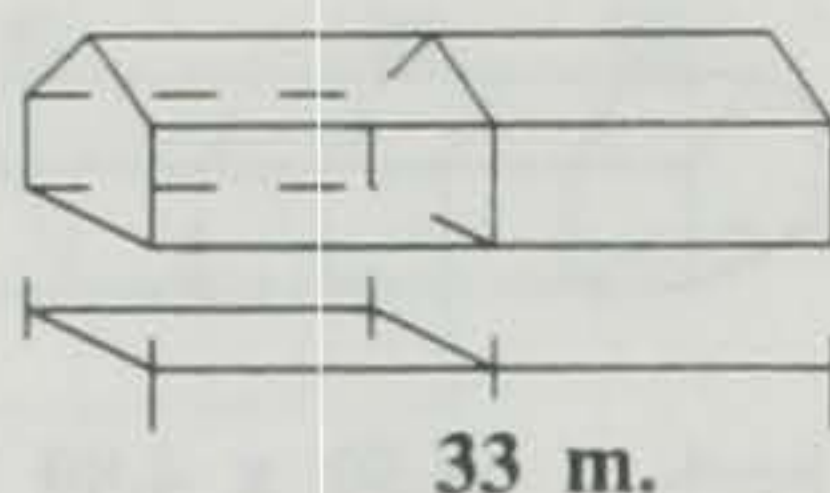
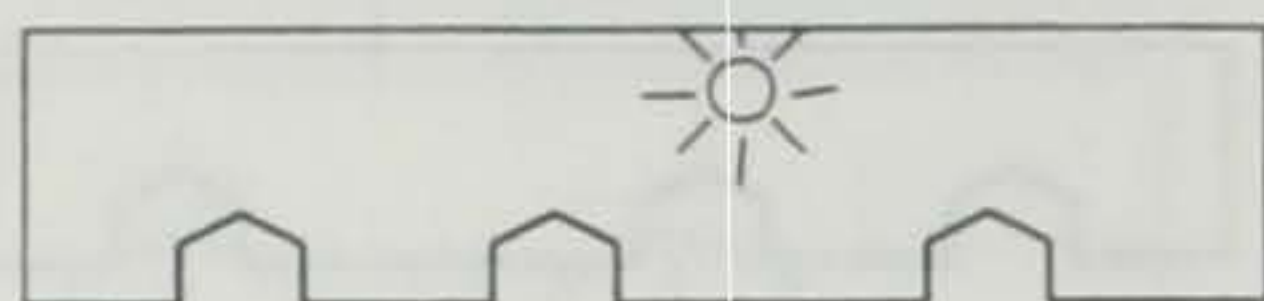
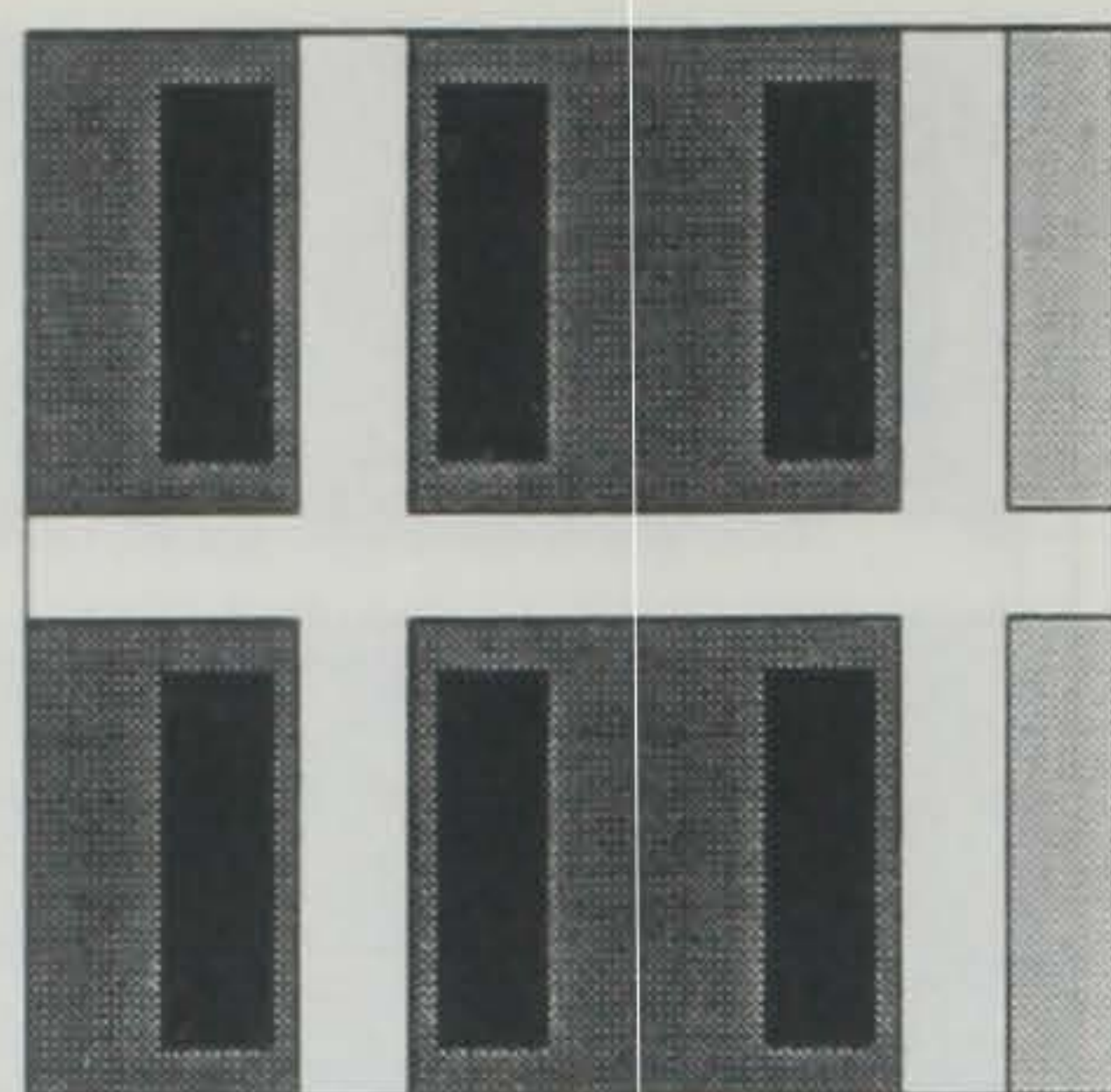
158 Wj

Winst per woning ten opzichte van de referentiehectare



2. Buitenoppervlak verkleinen door

2.1A. COMPACT BOUWEN DOORCOLLECTIEVE RUIMTEN



DEZE MAATREGEL BEOOGT een algemene beperking van het verwarmde bouwvolume per persoon door een collectief gebruik van een woonkamer, keuken, badkamer, hobby-kamers, logeerkamers, gang, hal en voordeur met meer gezinnen tegelijk. De maatregel beoogt dus hetzelfde energetisch effect als woningverkleining, maar schiet in de praktijk vaak zijn doel voorbij doordat daarmee energie-ongunstig woongedrag wordt bevorderd. De slaapkamers kunnen meer als huiskamer worden gebruikt en op een hogere temperatuur worden gehouden, terwijl de collectieve ruimte weinig gebruikt, maar wel verwarmd blijft. Woonvormen met collectieve ruimten blijken in de praktijk te tenderen naar grotere privé-vertrekken (oorspronkelijk slaapvertrekken), zodat de beoogde volumevermindering op het spel komt te staan.

De maatregel kan alleen worden toegepast voor bepaalde bewonersgroepen. De bereidheid tot collectieve benutting van woonruimten kan worden vergroot, wanneer dat belangrijke financiële voordelen met zich meebrengt en wellicht ook nieuwe mogelijkheden schept voor specifieke activiteiten, passend in het derde arbeidscircuit.

IN DE PROEFVERKAVELING is uitgegaan van drie referentie-woningen, gebruikt door vier gezinnen. Hierdoor wordt het bouwvolume met 1/4 teruggebracht. De buitenoppervlakte is daardoor met 1/6 teruggebracht. In de proefverkaveling is ervan uitgegaan dat de plancapaciteit niet wordt vergroot, maar de bestaande bouwblokken met tweereferentiwoningen worden bekort, zodat een grotere tuinruimte ontstaat.

STEDEBOUWKUNDIG is capaciteitsverhoging mogelijk, maar de voornaamste invloed zal uitgaan van de andere leefstijl die met deze maatregel gepaard gaat. Niet alleen de energielasten zullen omlaag gaan, maar ook de huisvestingslasten, zodat in het gezinsbudget ruimte vrijkomt voor vrijetijdsbesteding, hobby en kleinschalige productie. Combinatie van wonen met werkplaatsjes en kleinschalige tuinbouw ligt dan voor de hand.

COMPACT BOUWEN MET COLLECTIEVE RUIMTEN kan een aanzienlijke energiebesparing geven, doch leidt in de praktijk vaak tot energie-ongunstig woongedrag dat de winst dan teniet kan doen. De maatregel is slechts voor een beperkte categorie bewoners acceptabel.

1984

160 Wj

1994-1

231 Wj

1994-2

161 Wj

Winst per woning ten opzichte van de referentiehectare

2. Buitenoppervlak verkleinen door

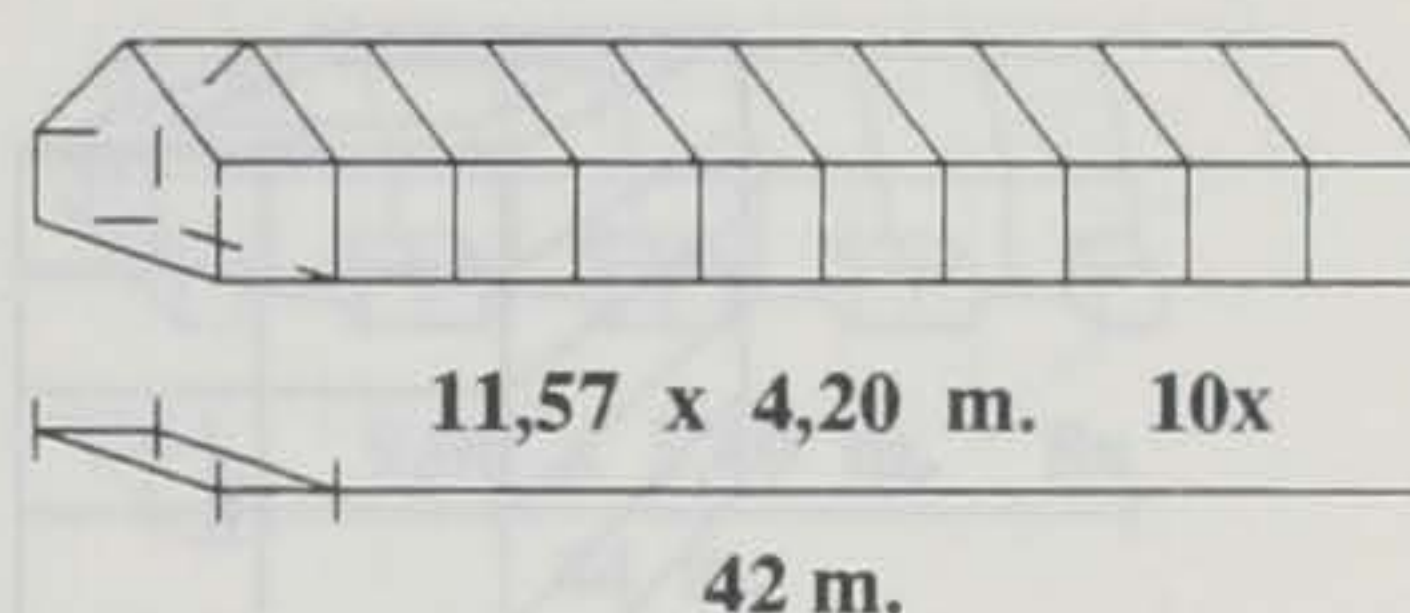
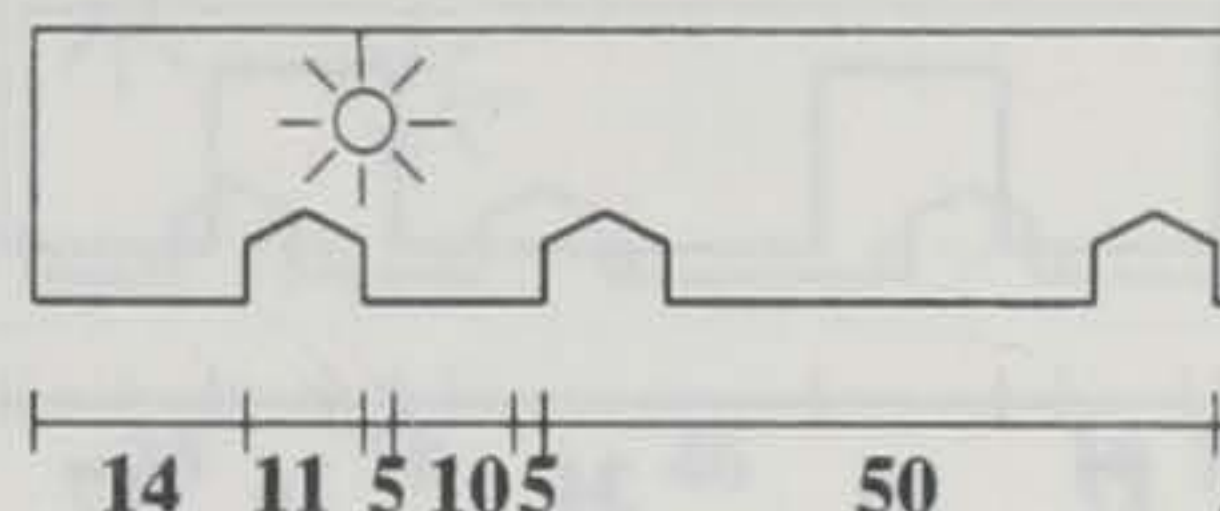
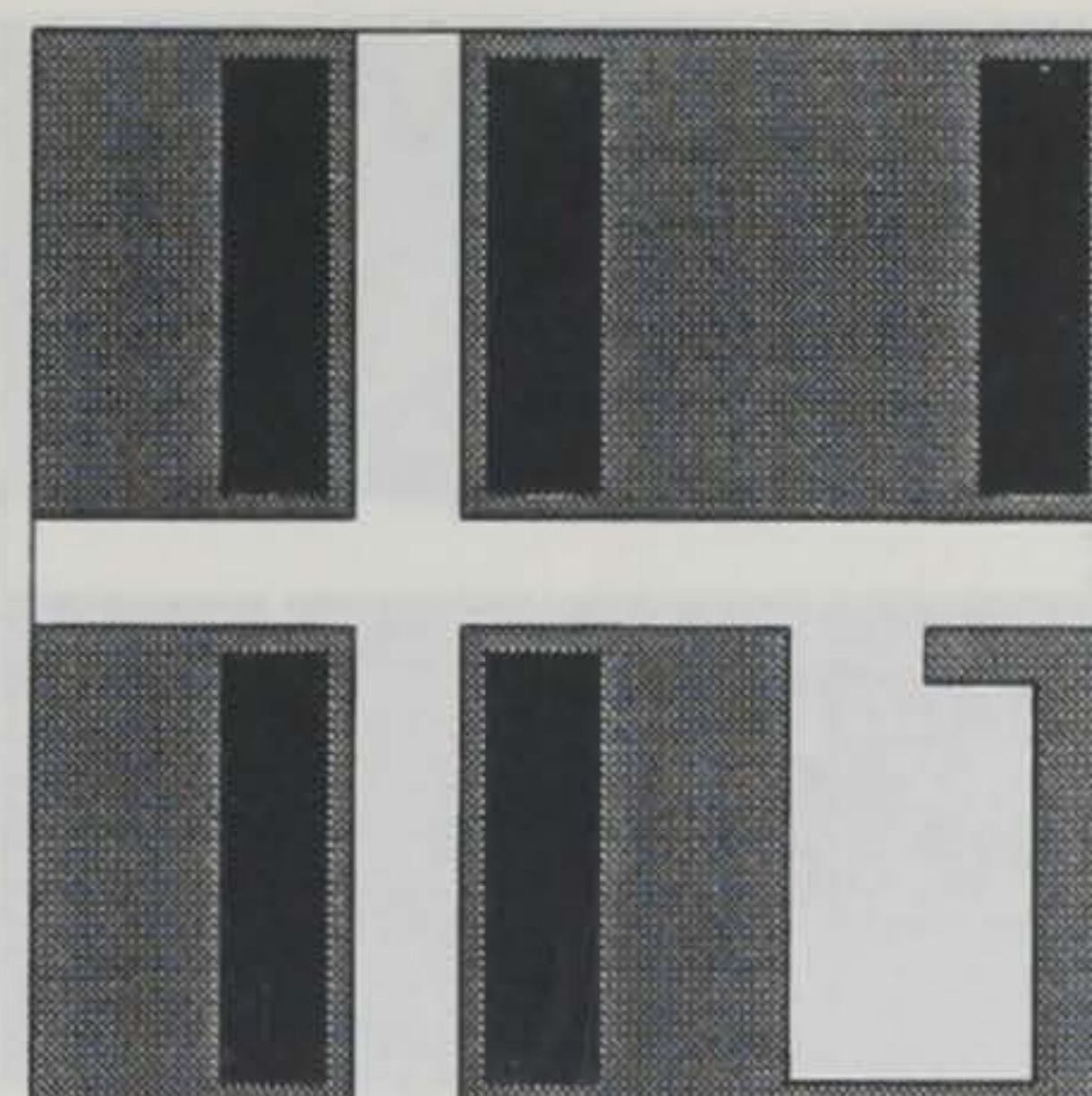
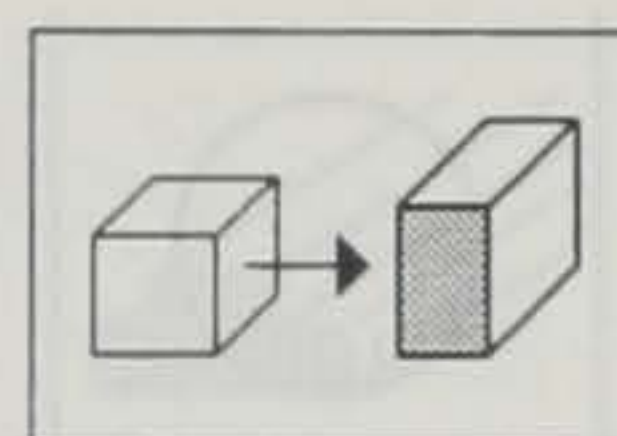
2.2 COMPACT BOUWEN SMAL EN DIEP

DEZE MAATREGEL BEOOGT door smalle woningen te bouwen bij gelijkblijvend vloeroppervlak het buitenoppervlak van de voor- en achtergevel te verkleinen. Het beganegrondvloeroppervlak en het dakvlak blijven ongeveer gelijk, maar de zijkanten krijgen door deze maatregel een groter oppervlak. Deze maatregel bespaart dus alleen energie wanneer tegelijkertijd in voldoende mate wordt aaneengebouwd in de breedte, zodat de zijkanten een minimale bijdrage leveren aan het totale oppervlak.

IN DE PROEFHECTARE is uitgegaan van 10 woningen van 4,20 m breed. Ook hier worden besparingen ongelijk verdeeld over de tussen-woningen en de eind-woningen. Het buitenoppervlak van de tussen-woningen wordt ten opzichte van de referentieverkaveling teruggebracht van 165 naar 152 m, maar het buitenoppervlak van de eind-woning groeit van 230 naar 236 m. Doordat men het buitenoppervlak beperkt en een eenbeukige woning kan bouwen, is een reductie van bouwkosten mogelijk.

STEDEBOUWKUNDIG vormen, bij gelijk uitgeefbaar oppervlak, de diepere tuinen een belangrijk effect. Hierdoor wordt in de laagbouw de verkavelingsvrijheid verkleind. Tegelijkertijd echter wordt de bebouwingsafstand aan de tuinzijde belangrijk vergroot, zodat de privacy beter beschermd is en strokenverkaveling daardoor beter mogelijk wordt. De woning zal echter door zijn geringe breedte weinig zon kunnen opvangen; de licht- en luchttoetreding is beperkt. Men creëert een meer introverte woning met een geringere relatie met de buiten-ruimte en een kleinere inwendige flexibiliteit van de woningplattegrond. Dit geldt bij gelijkvloerse toepassing in gestapelde bouw in veel mindere mate. Door de constructieve eenvoud introduceert men een grotere aanbouw-flexibiliteit voor zover toelaatbaar uit een oogpunt van lichttoetreding. Een ander belangrijk stedenbouwkundig effect is de beperking van de benodigde hoeveelheid verharding en leidinglengte, waarvan de consequentie is, dat er minder parkeermogelijkheden voor de deur overblijven.

SMAL EN DIEP BOUWEN heeft belangrijke effecten op de woning-plattegrond en het stedenbouwkundig ontwerp. Deze effecten zijn deels negatief en deels positief, zodat zij in elk afzonderlijk geval moeten worden afgewogen tegen het slechts matige energetische effect. De stedenbouwkundig gunstige effecten hebben zelden tot versmalling geleid. In het algemeen kan welgesteld worden, dat deze maatregel vooral interessant is in combinatie met aaneenbouwen in de hoogte. Ook bij laagbouw moet echter in de huidige economische omstandigheden niet worden uitgesloten dat een goed ontwerp (bijvoorbeeld met overdekte patio) populair zou kunnen worden.



1984

80 Wj

1994-1

10 Wj

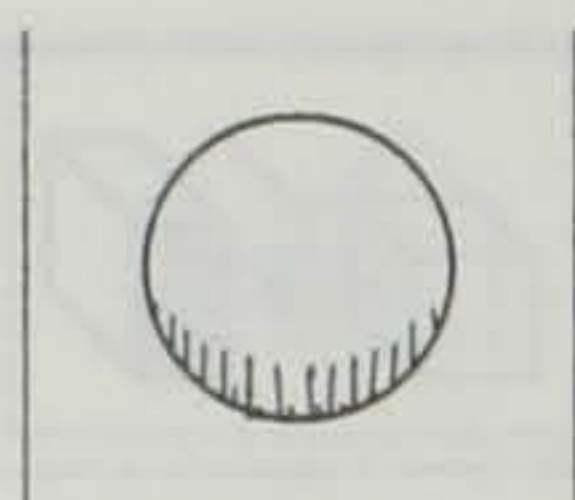
1994-2

5 Wj

Winst per woning ten opzichte van de referentiehectare

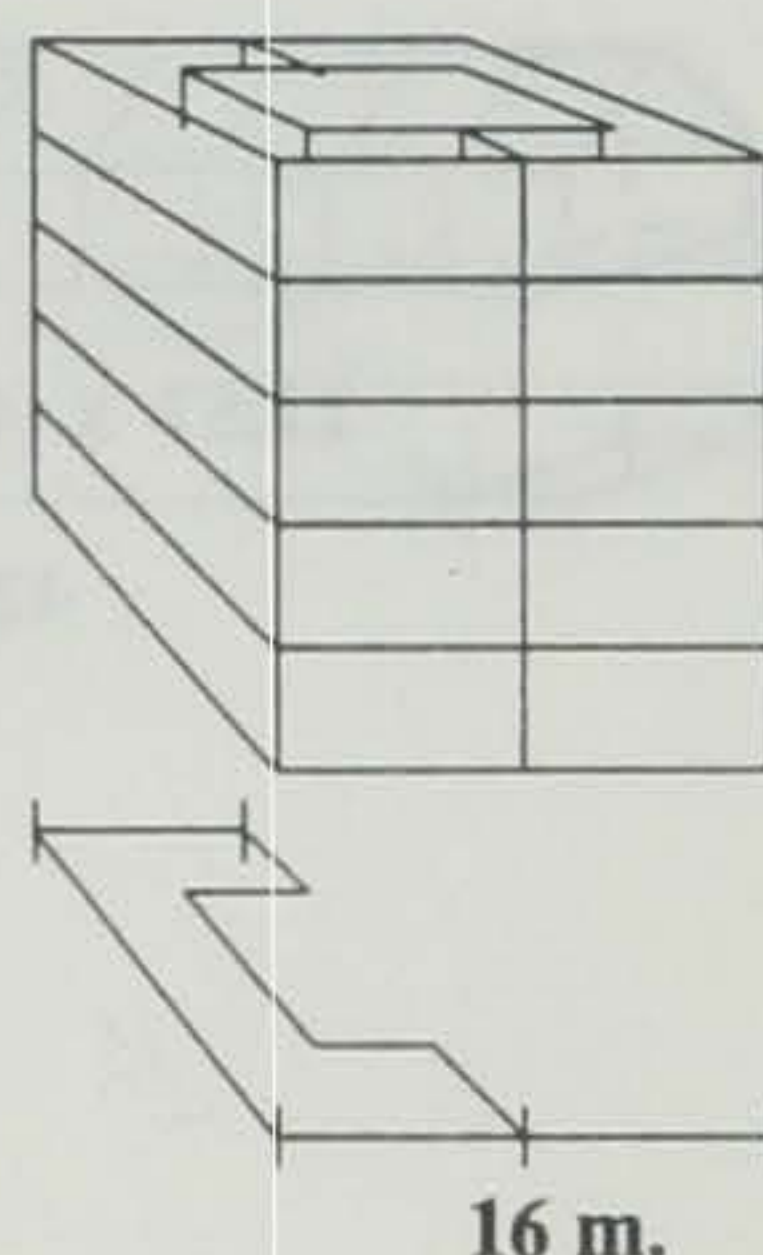
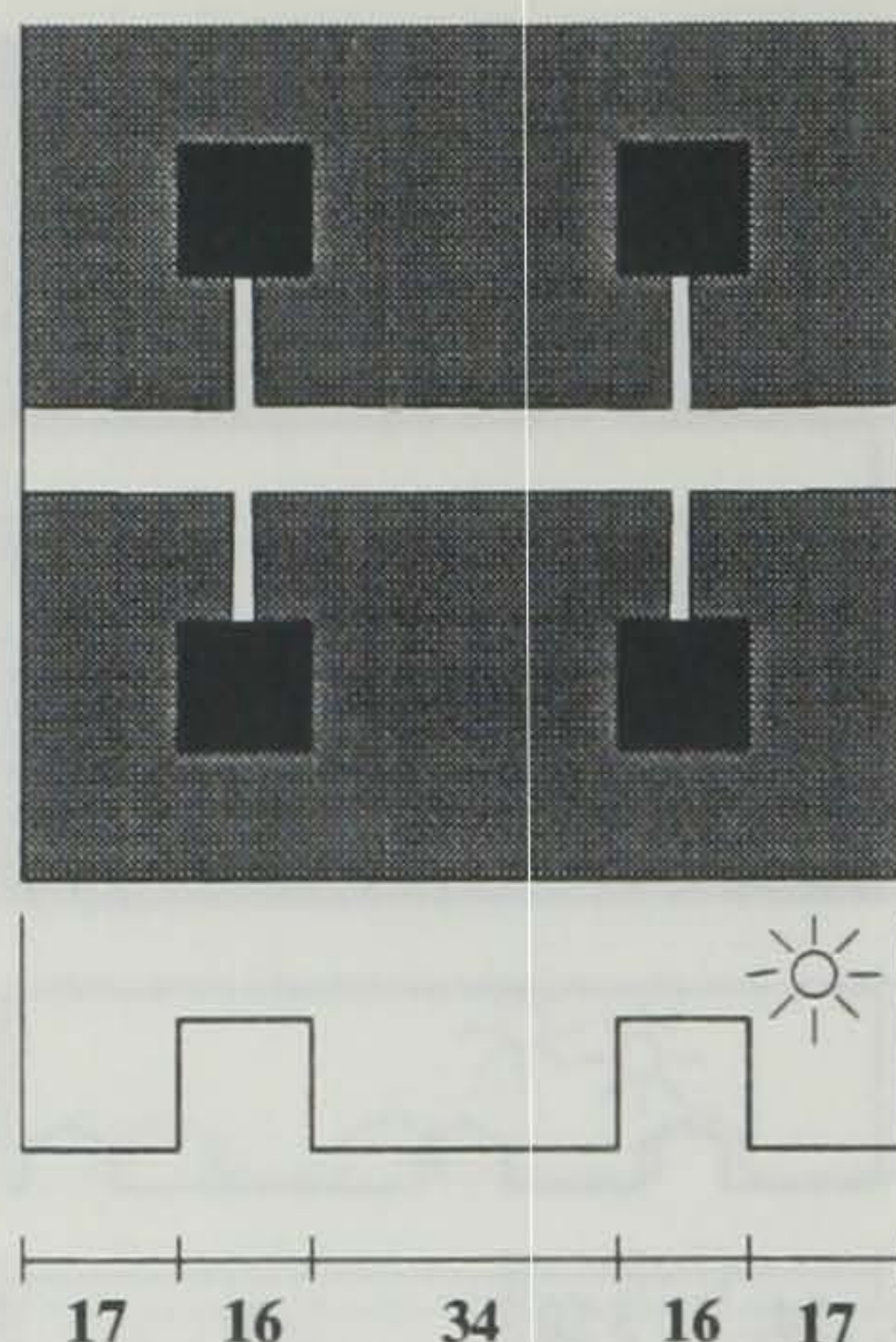
Tabel 4 De opbrengst van smal en diep bouwen

woningbreedte	5,40	5,10	4,80	4,50	4,20	3,90	3,60	m
woningdiepte	9	9,50	10,10	10,80	11,60	12,50	13,50	m
aantal woningen aan een	8	8	8	10	10	10	12	
gemiddeld buitenoppervlak	180	178	176	171	168	167	162	m ²
transmissieverlies	10.800	10.680	10.560	10.260	10.080	10.020	9.720	kWh
besparing t.o.v. referentiewoning	0	120	240	540	720	780	1080	kWh
idem in m ³ aardgas equivalent	0	17	35	79	105	114	157	m ³



2. Buitenoppervlak verkleinen door

2.2A. COMPACT BOUWEN IN DRIE DIMENSIES



1984

340 Wj

1994-1

1994-2

Winst per woning ten opzichte van de referentiehectare

Tabel 5 De opbrengst van alternatieve bouwvormen

vorm inhoud	vrijstaand 340m ³		12 won. aaneen 4000m ³					aandeel
	A	δ*	A	δ*	l	d	h	
	m ²	m ²	m ²	m ²	m	m	m	grondopp.
referentiewoning	288	-	175	-	65	9	9 1/6 & 1/4**	
bol	235	53	102	73	20	20	20	-
kubus	292	+4	126	-49	16	16	16	1/6
tetrader	351	+63	151	-24	32	32	30	1/4
<u>cirkelvormig grondvlak</u>								
halve bol	280	-8	121	-54	25	25	13	1/3
cylinder	270	-18	116	-59	17	17	17	1/6
kegel	309	+21	133	-42	26	26	23	1/3
<u>vierkant grondvlak</u>								
koepel	273	-5	118	-57	27	27	14	1/2
halve cylinder	305	+17	131	-44	22	22	11	1/3

* verschil (δ) met de referentiewoning, dit oppervlak (A) kan worden omgerekend in besparing door vermenigvuldiging van het aantal m² met 60 kWh., 8,75 m³ aardgasequivalenten per jaar of fl 0,36 per maand

** bij 12 woningen in de breedte aaneengebouwd wordt het buitenoppervlak aanzienlijk kleiner, maar het grondoppervlak blijft gelijk.

DEZE MAATREGEL BEOOGT de diameter van het bouwlichaam in zoveel mogelijk richtingen (bijvoorbeeld breedte, diepte en hoogte) gelijk te houden, zodat bij gegeven volume een minimum buitenoppervlak ontstaat (minimale A_0/V). De vorige maatregel vormde reeds een toepassing van dit meer algemene principe doordat de diepte meer in overeenstemming werd gebracht met de totale bouwblokbreedte. Uit tabel 5 blijkt dat, indien de compacte bouwvormen worden toegepast op de vrijstaande individuele woning, alleen de bolvorm, de cylinder, de halve bol en de koepel gunstiger zijn dan de referentiewoning. De wel eens gepropageerde tetrader is belangrijk slechter. Combineert men de maatregel echter met aaneenbouwen tot bijvoorbeeld 12 woningen, ondergebracht in een compacte bouwvorm, dan blijken in volgorde van opbrengst - de bol, de cylinder, de koepel, de halve bol en de kubus het beste resultaat te geven. De kubus heeft daarbij de kleinste lengte x diepte-afmeting, zodat deze vorm een gunstig grondgebruik heeft. Aangezien echter het aandeel van het begane-grond-vloeroppervlak in het totale buitenoppervlak het geringste energieverlies naar buiten met zich meebrengt, zou dit uit een oogpunt van energiebesparing zo groot mogelijk moeten zijn (wel eens toegepast door de woning deels in de grond te laten verzinken). De koepel heeft wat dat betreft de gunstigste vorm, terwijl deze bovendien na de bol het geringste buitenoppervlak heeft (geringer nog dan de halve bol!).

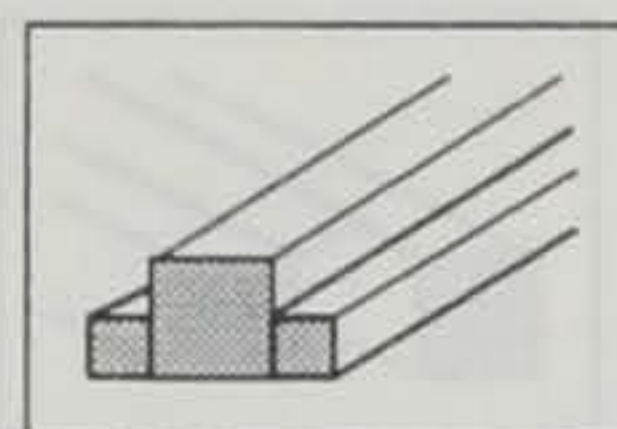
IN DE PROEFHECTARE zijn 12 woningen ondergebracht in een kubus van 16 x 16 x 16 meter. De alternatieve compacte bouwvormen hebben tot gevolg dat de lichttoetreding in de kern gering is. Het woonoppervlak van de woningen is daarom aan de rand tot een diepte van 4 m gesitueerd. Hierdoor ontstaat in het midden van de kubus een ruimte van 8 x 8 x 16 meter, geschikt voor bergingen, liften, trappen en bijzondere energievoorzieningen zoals opslagvat, geïsoleerd door de omliggende woningen.

STEDEBOUWKUNDIG leidt de maatregel tot een puntvormige verkaveling met gelijksoortige effecten als aaneenbouwen in de hoogte.

COMPACT BOUWEN IN DRIE DIMENSIES leidt tot een puntvormige verkaveling met bouwlichamen die, indien voldoende wooneenheden worden aaneengebouwd, een donkere, geïsoleerde kern hebben die geschikt is voor bijzondere voorzieningen zoals opslag. Er ontstaat echter een voor Nederland weinig gebruikelijke bouwvorm met onbekende kostenkonsequenties.

3. Warmte overdracht vertragen door

3.1 AANBOUWEN MET SCHUREN EN GARAGES

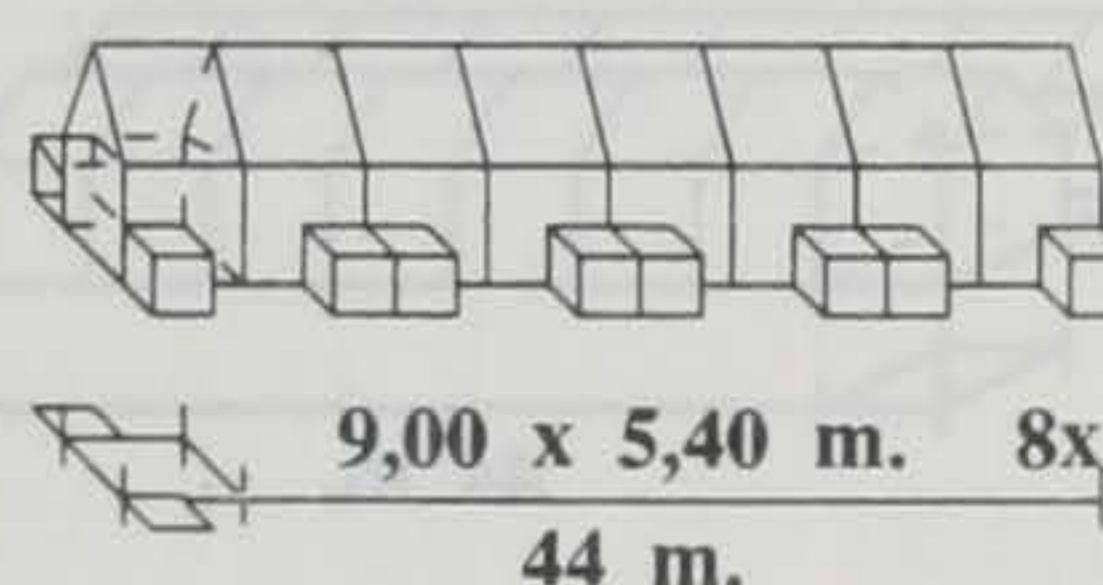
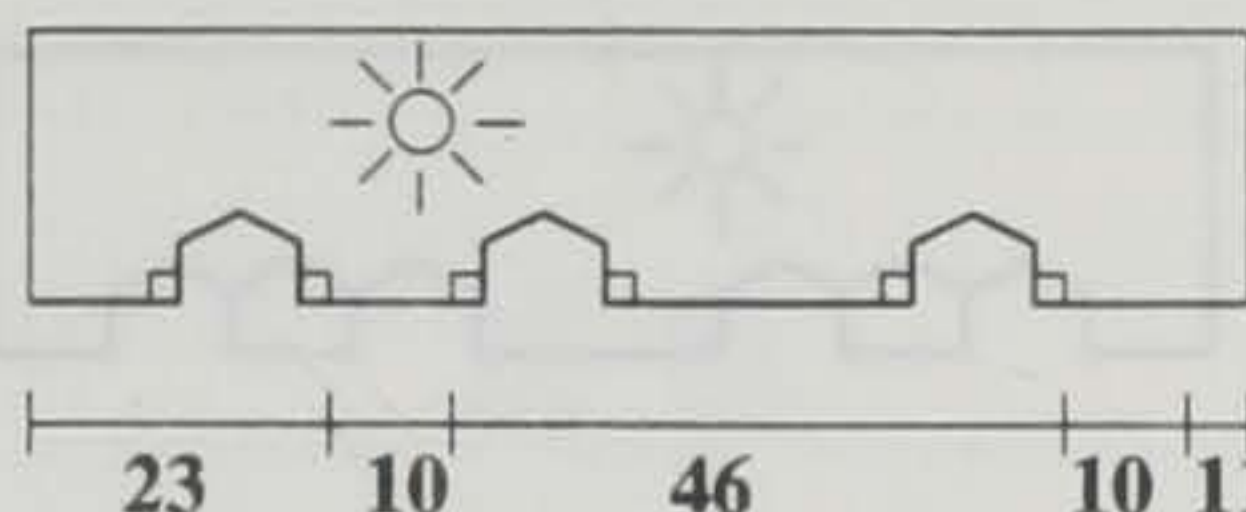
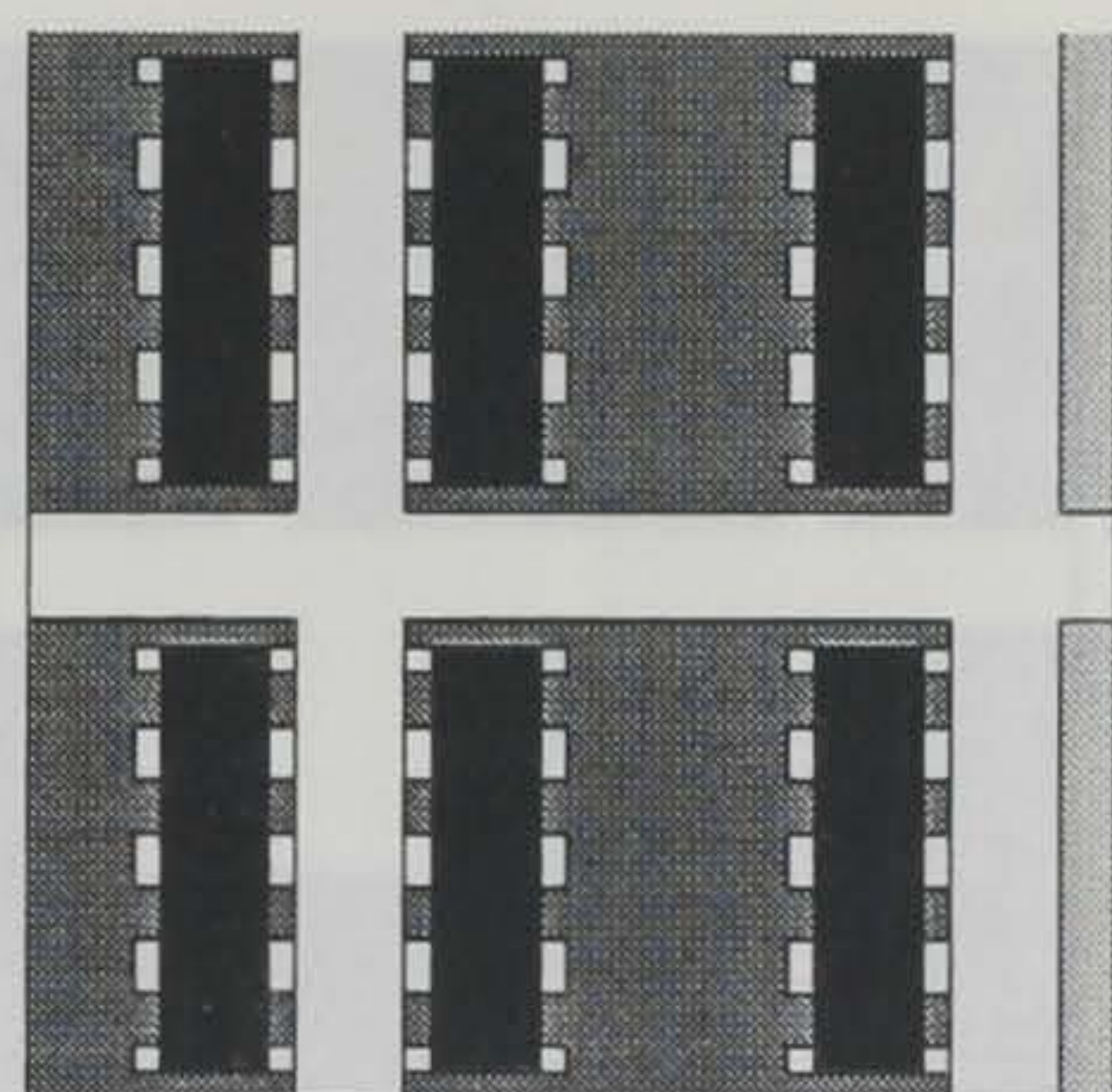


DEZE MAATREGEL BEOOGT onverwarmde vertrekken aan de buitenkant toe te voegen. Daardoor trekt men het gebouw een extra jasje aan. De warmtestroom naar buiten moet daarbij meer lagen passeren, zodat het energieverlies per seconde (uitgedrukt in watt) vermindert. Dit is derhalve een fundamenteel andere optie dan het verkleinen van het buitenoppervlak: men vergroot het veeleer. Essentieel is dat de toegevoegde vertrekken niet worden verwarmd tot een vergelijkbaar niveau met de overige vertrekken: anders zou het verwarmde bouwvolume, en dus het warmteverliezend buitenoppervlak worden vergroot, zodat de maatregel een averechts effect heeft. Aanbouwen voor glasoppervlakken beperkt, ook als het glazen aanbouwen betreft, de binnenkomende zonnestraling. De maatregel heeft eenzelfde bufferend effect als onverwarmde overmaat onderdakvlakken of als een kruipruimte onder een vloer. Globaal kan men daardoor rekenen met een halvering van de warmtedoorgang, door het met aanbouwen bedekte oorspronkelijke buitenoppervlak. Een extra positief effect kan worden verwacht, wanneer het serres betreft die in het stookseizoen warmte kunnen opvangen en vasthouden uit zonnestraling.

IN DE PROEFHECTARE is per woning ca. 10 m geveloppervlak met aanbouwen bedekt. Daarbij is ervan uitgegaan dat zowel aan de voorals achterzijde van de woning over een breedte van 2,10 m. over de halve gevelhoogte onverwarmde aanbouwen zijn aangebracht. Van dit oppervlak wordt aangenomen dat het per m geen 60 kWh, maar 30 kWh aan warmte verliest. Dit betekent derhalve een winst van ca. 300 kWh ofwel ca. 40 m³ aeq.

STEDEBOUWKUNDIG introduceert men de mogelijkheid van aanbouwen in het bestemmingsplan en daarmee een hogere flexibiliteit van de woning. Dit houdt tegelijkertijd het gevaar in van een "volbouwen" van de achterterreinen en/of -straten. Daardoor kan een slechtere bezonning, ook van het naburige erf, plaatsvinden. De toevoeging zal zelden minder dan 2 m diep zijn, en dient in het algemeen niet meer dan 3 m. diep te zijn.

HET AANBOUWEN VAN SCHUREN EN GARAGES dient in het algemeen te worden aanbevolen, maar de energetische opbrengst van de maatregel is vrij gering. De maatregel is strijdig met de strategie om zon in de woning toe te laten.



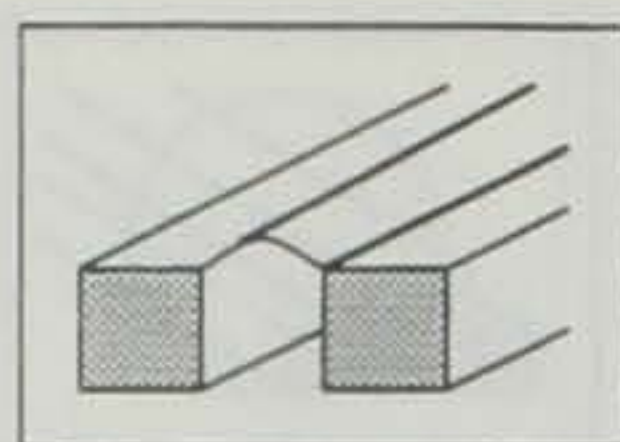
1984

35 Wj

1994-1

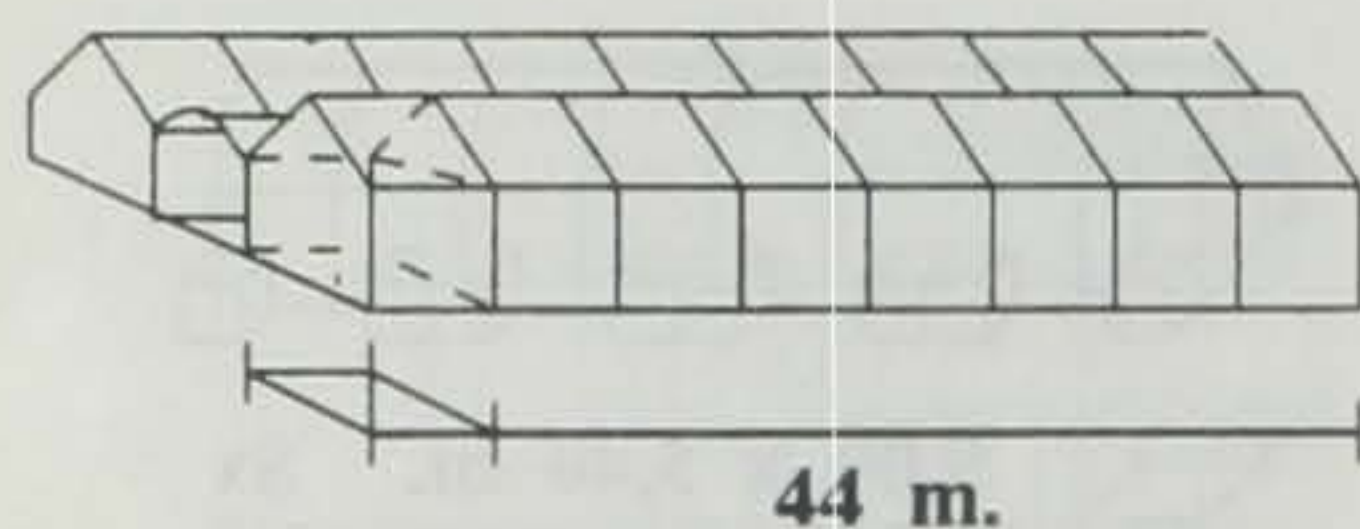
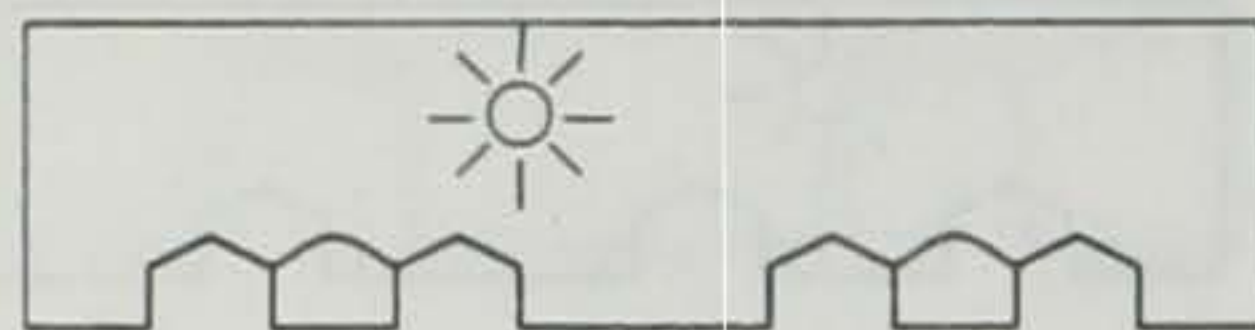
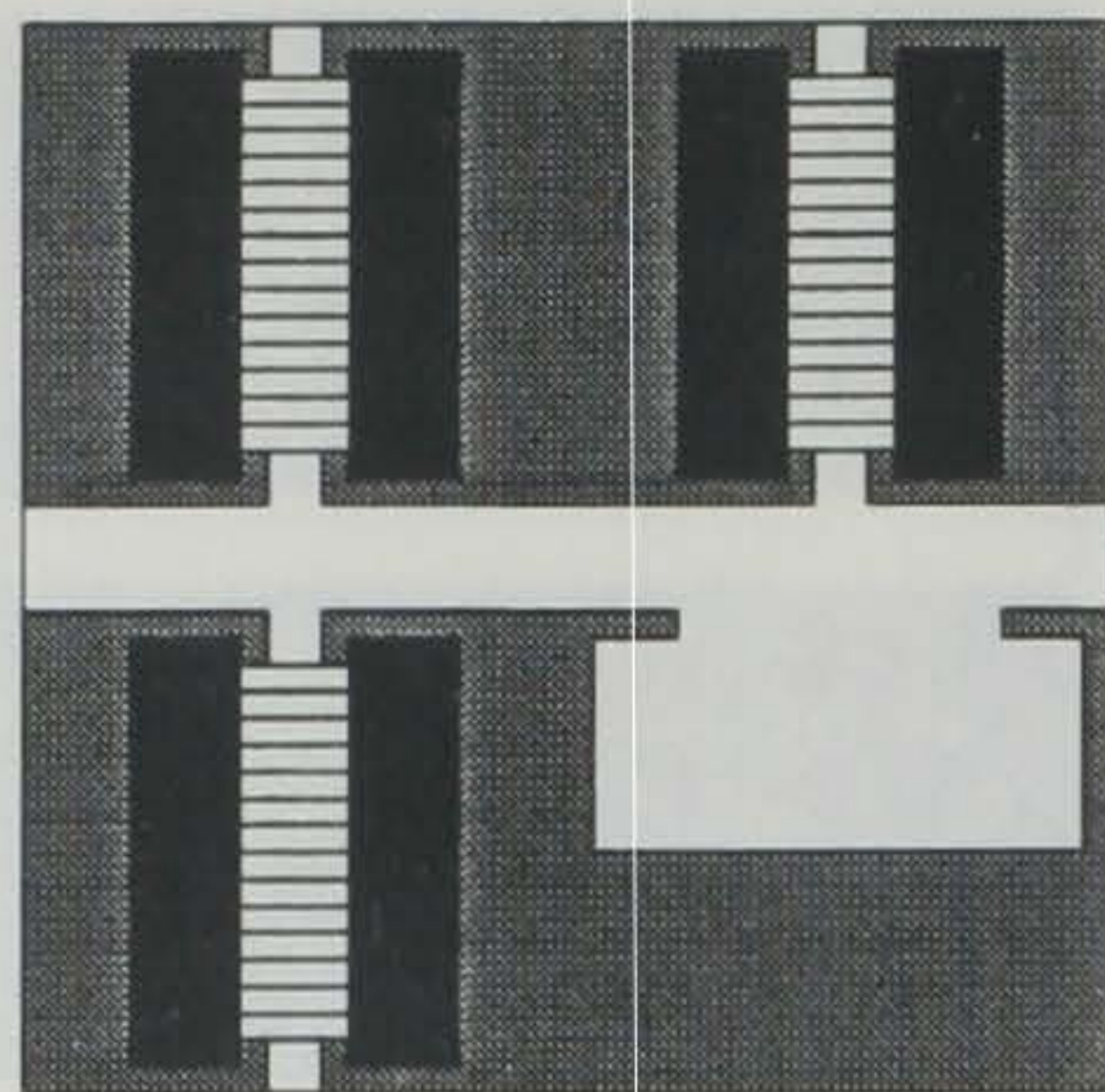
1994-2

Winst per woning ten opzichte van de referentiehectare



3. Warmte overdracht vertragen door

3.2 AANBOUWEN DOOR STRATEN TE OVERDEKKEN



DEZE MAATREGEL BEOOGT het straatklimaat te conditioneren en daardoor het warmteverlies aan de voorzijde te beperken. De maatregel is daarom vergelijkbaar met 01.4, het toepassen van corridorwoningen. De woningen worden hier echter niet gescheiden door een smalle corridor, maar door echter straatruimte. Woningverbreding is hier niet nodig, maar de zonnestraling aan de voorzijde wordt door de overkapping gereduceerd in de straat zal intensief geventileerd moeten worden. Wanneer men uitgaat van een diffuse zonnestraling in de straat, en een ventilatievoud van 6 voor de straatruimte, wordt het energetisch effect tenietgedaan door de reductie van zonnestraling en door ventilatie. Behalve het geringe energetische effect is de maatregel kostbaar. IN DE PROEFHECTARE is uitgegaan van een 10 m. breedte overkapping, en geconcentreerd parkeren.

STEDEBOUWKUNDIG heeft de maatregel tot gevolg dat gemotoriseerd verkeer moet worden geweerd, dat er geconcentreerd moet worden geparkeerd, een groot oppervlak verharding moet worden gereserveerd, omdat de straat niet tegelijk als parkeerterrein kan worden gebruikt. Zonder doorgebouwde hoeken zal geen aansluiting kunnen worden gemaakt tussen overdekte straten in twee richtingen.

AANBOUWEN DOOR STRATEN TE OVERDEKKEN levert weinig energiewinst op, terwijl het grote investeringen vergt.

1984

0 Wj

1994-1

0 Wj

1994-2

0 Wj

Winst per woning ten opzichte van de referentiehectare

4. Warmte overdracht vertragen door

4.1 ORIENTATIE

Zie "SOM Monografie: Wind weren, 1987" 11.5/blz 72

Op grondgebieden die een hoge warmte-draging hebben, zoals vlakgronden, de warmte-overdracht is vertragen. In bepaalde omstandigheden kan deze vertraging het ontstaan van goede vertragen. De maatregel berust op het principe dat een gebouw slechts op vier punten zijn warmte kan verliezen: doorwering, straling, verdamping en geleiding. Het laatste mechanisme is te verwaarlozen, de verdamping kan worden beperkt door overdekte dekkingen of andere overdekte gedeelten, zodat de windoverdracht, waar het mogelijk is, wordt beperkt. De windoverdracht is belangrijk omdat het is het windverlies van gebouwen. Door kleine behuizingen te bouwen aan de borden, kan de hoeveelheid van de goede winden beperkt, zodat het gebouw nog slechts zijn draagwarmte aan het ingesloten gedeelte kan verliezen. Wanneer het hier om een van vertragen gebouwen betreft, treedt windoverdracht op, waardoor de warmte-overdracht wordt vertragen. De oplossing van deze "windoverdrachtelijke situatie" is om een of meer andere te worden onderzocht op windoverdracht te behouden met andere woorden. De maatregel berust niet op een verhoogde behuizingen. De draagwarmte-windling trekt ook op wanneer het in de straat wind, zodat het behuizingen van de grond relatief warm blijft en zijn waarde niet door windoverdracht verliest.

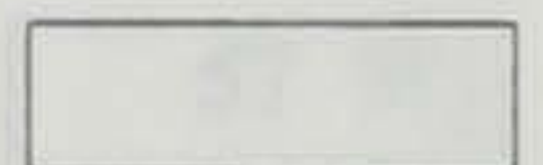
IN DE PROEFMONTAGE is uitgegaan van een bouwplan met schuin oplopende gevels die verandering in "vrije ruimte" doet optreden van een de grond opgaande lucht ingang of voor de hogere verdiepingen. Het resultaat van deze bouwplan het nog worden vertragen door de opgaande oplopende lucht onder de dakrand op te rangen en voor de windstroom te gebruiken. Aan het einde van de straat is de wind gevormd door grondoverdracht. Het gebied kan het karakter krijgen van een breedte van windstroom en dient ook te worden te krijgen van typische overdrachten te overdrachten.

STEDENBOUWKUNDIGE effecten zijn een goede aanpak (in de zin van voordeel) van goede stedelijke verdragen, mogelijk milieuproblemen. In bepaalde toestandigheden voor wind. De maatregel heeft het aantal winden, grondoverdracht paden, en is niet altijd toepasbaar. In verdragen kunnen problemen optreden met de privacy. De maatregel is eenvoudig maar zonder samenwerking in de breedte en hoogte.

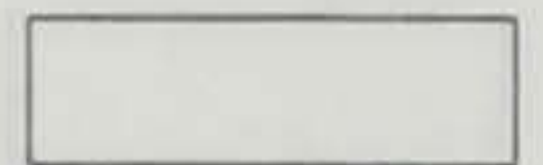
BUIENDOUWEN MET EEN KLEINE BEVAL WINGSAFSTAND kan in een omgeving met wind, is slechts op bepaalde plaatsen toepasbaar en dient onder op zijn draagwarmte effect te worden onderzocht.



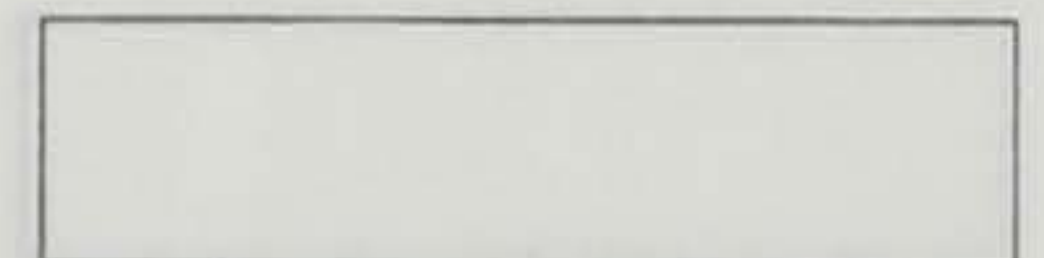
1984



1994-1



1994-2



Winst per woning ten opzichte van de referentiehectare

4. 4.2

Warmte overdracht vertragen door KLEINE AFSTAND BOUWBLOKKEN

Zie "SOM Monografie: Wind weren, 1987" 11.5/blz 72

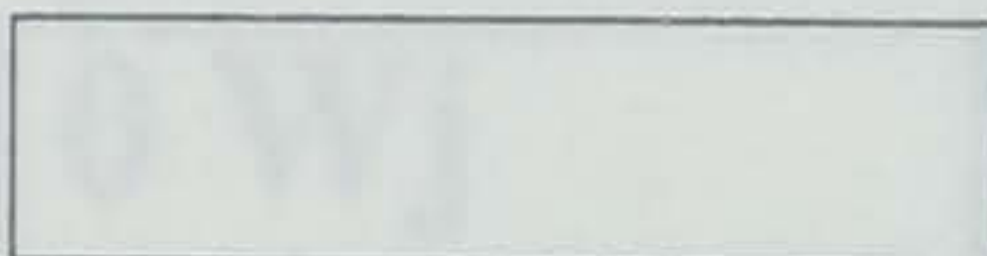
1984



1994-1



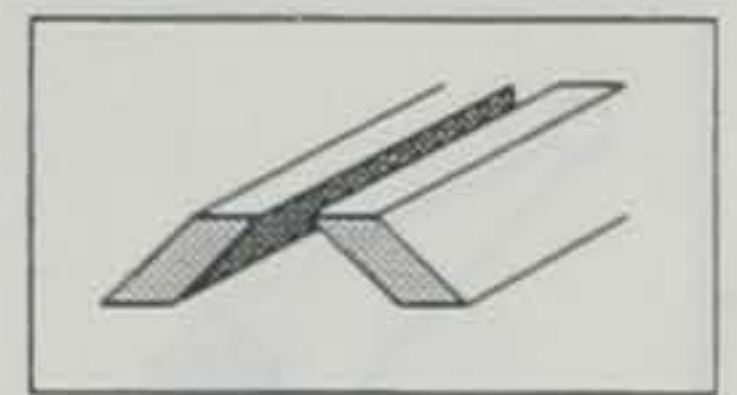
1994-2



Winst per woning ten opzichte van de referentiehectare

5. Warmte overdracht vertragen door

5.1 BIJEENBOUWEN MET KLEINE BEBOUWINGSAFSTANDEN

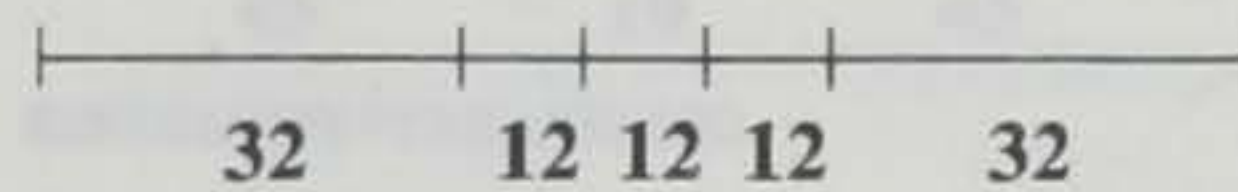
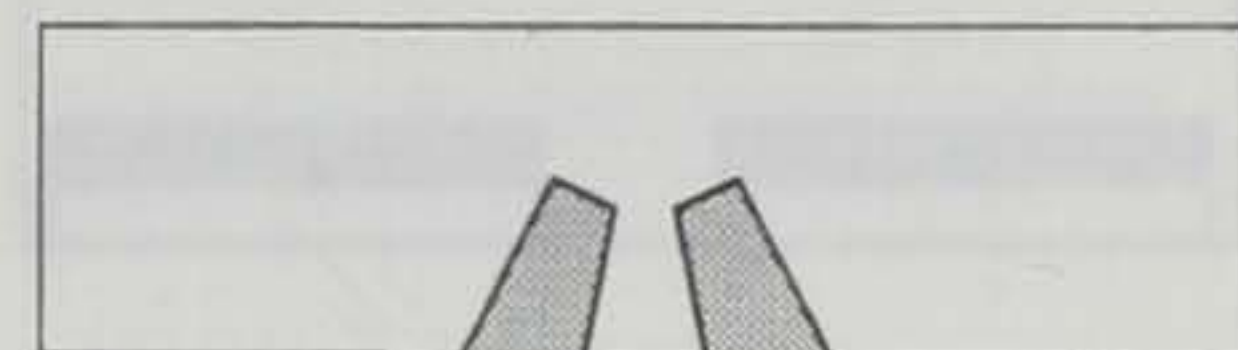
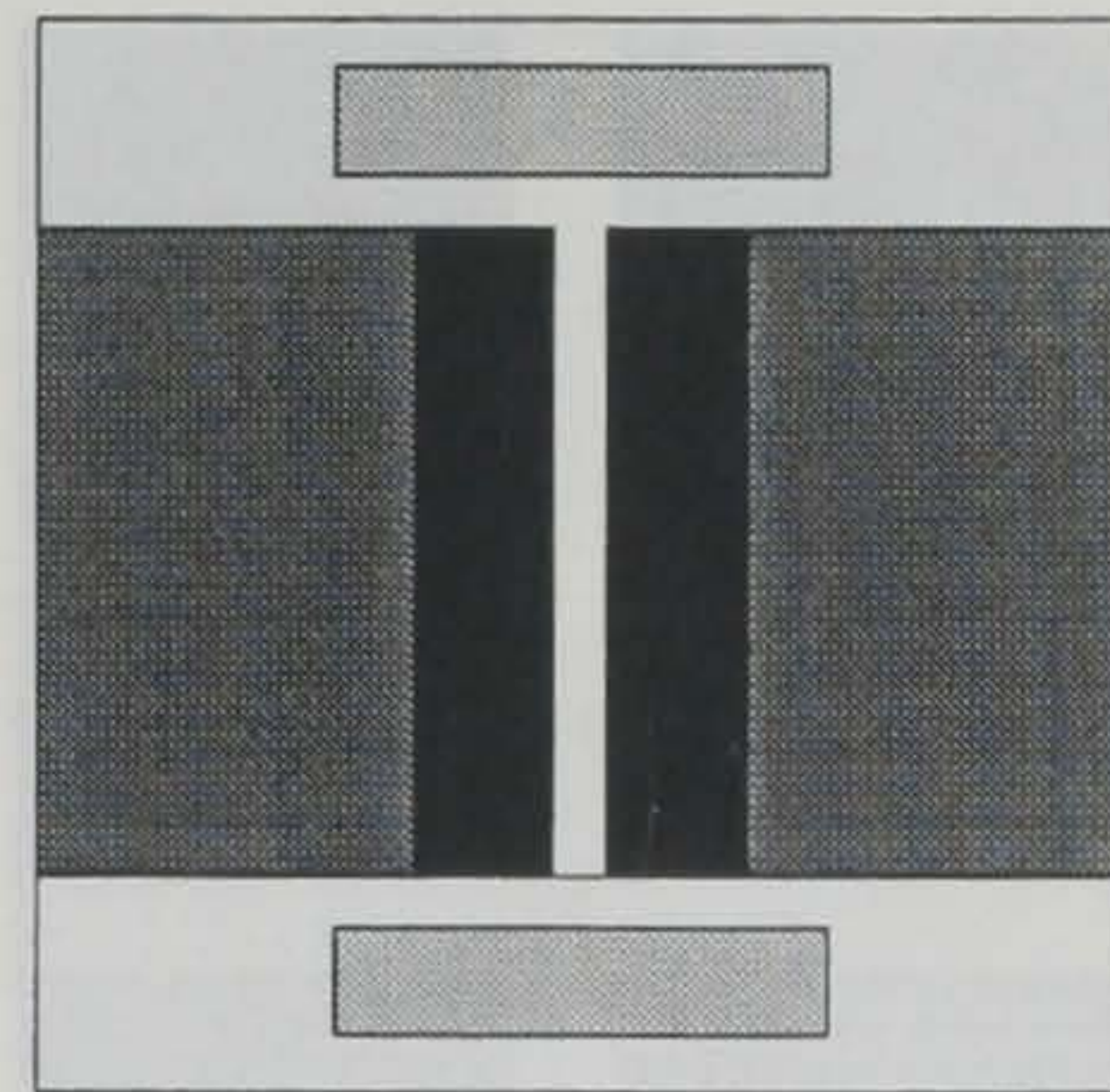


DEZE MAATREGEL BEOOGT op windluwe plaatsen bij gevelonderdelen die een hoge warmte-doorgang hebben, zoals winkelpuien, de warmte-overdracht te vertragen. In bepaalde omstandigheden kan deze maatregel het isoleren van gevels vervangen. De maatregel berust op het principe dat een gebouw slechts op vier manieren zijn warmte kan verliezen: convectie, straling, verdamping en geleiding. Het laatste mechanisme is te verwaarlozen, de verdamping kan worden tegengegaan door overstekende dakvlakken of schuin overhellende gevels, zodat de windluwe plaatsen, waar het convectie verlies wordt beperkt, de stralingsoverdracht een belangrijk aandeel krijgt in het warmteverlies van gebouwen. Door kleine bebouwingsafstanden aan te houden, kan de hemelfactor van de gevels worden beperkt, zodat het gebouw nog slechts zijn stralingswarmte aan het tegenoverliggende gebouw kan kwijtra-ken. Wanneer het hier eveneens een verwarmd gebouw betreft, treedt stralingsuitwisseling op, waardoor de warmte-overdracht wordt vertraagd. De opbrengst van deze "stedebouwkundige isolatie" is onzeker, en dient nader te worden onderzocht op stedebouwkundig te beïnvloeden randvoorwaarden. De maatregel berust niet op een verhoogde buitentemperatuur. De stralingsuitwisseling treedt ook op wanneer het in de straat vriest, mits het buitenopervlak van de gevel relatief warm blijft en zijn warmte niet door luchtbeweging verliest.

IN DE PROEFHECTARE is uitgegaan van een bouw-vorm met schuin oplopende gevels die verdamping en "vrije convectie" (het opstijgen van aan de gevel opgewarmde lucht) tegengaat of voor de hogere verdie-pingen benut. Het rendement van deze bouwvorm kan nog worden vergroot door de opgewarmde opstijgende lucht onder de dakrand op te vangen en voor de ventilatie te gebruiken. Aan het einde van de straat is de wind geweerd door groenvoorziening. Het geheel kan het karakter krijgen van een terrasflat met inwendige straat en dient oost- en westgevels te krijgen om typische noordwoningen te voorkomen.

STEDEBOUWKUNDIGE effecten zijn een geringe zontoetreding (in de zomer een voordeel), een geringe stedelijke ventilatie, mogelijk milieuproblemen, be-perkte toegankelijkheid voor auto's. De maatregel leidt tot smalle straten, geconcentreerd parkeren, en is niet overal toepasbaar. In woongebieden kunnen problemen optreden met de privacy. De maatregel is nauwelijks zinvol zonder aaneenbouwen in de breedte en hoogte.

BIJEENBOUWEN MET EEN KLEINE BEBOU-WINGSAFSTAND leidt tot een ongewoon straatbeeld, is slechts op bepaalde plaatsen toepasbaar en dient nader op zijn energetisch effect te worden onderzocht.



1984

57 Wj

1994-1

1994-2

Winst per woning ten opzichte van de referentiehectare

5. 5.2

Warmte overdracht vertragen door BIJEENBOUWEN IN HOGE DICHTHEDEN

DEZE MAATREGEL BEOOGT behalve de effecten van de vorige maatregel ook het verhogen van de buitentemperatuur. Het is bekend dat de buitentemperatuur in de stad in het stookseizoen gemiddeld 5 gr. hoger is dan in de buitengebieden. Aangezien het warmteverlies evenredig is met het temperatuurverschil tussen binnen en buiten, is de verhoging van de buitentemperatuur even effectief als het verlagen van de binnentemperatuur. Het energetisch effect van hogere dichtheden is onvoldoende bekend en dient nader te worden onderzocht. Een aanzienlijke verhoging van dichtheid kan nauwelijks anders worden bereikt dan door in verschillende richtingen aaneen te bouwen.

IN DE PROEFHECTARE is verdichting vooral bewerkstelligd door het laten vallen van tuinoppervlakten groenvoorzieningen. De maatregel brengt automatisch een verhoging van de plancapaciteit met zich mee: in dit geval van 48 won./ha. tot 64 won./ha.

STEDEBOUWKUNDIG zijn de gevolgen van verdichting afhankelijk van het al of niet toepassen van stapeling. Door stapelen ontstaat concentratie van parkeerruimte, tot op zekere hoogte lagere bouwkosten, sociaal-economische concentratie, verminderde lichte luchttoetreding enzovoort. Door het laten vallen van tuinoppervlakte- en groenvoorzieningen wordt een belangrijke verlaging van de woonkwaliteit veroorzaakt.

BIJEENBOUWEN IN HOGE DICHTHEDEN heeft ingrijpende stedenbouwkundige gevolgen met onzekere energetische effecten.

1984

1994-1

1994-2

Winst per woning ten opzichte van de referentiehectare

6. Passief zon opvangen door

6.1 WONING IN DE ZON DOOR ZUIDORIËNTATIE

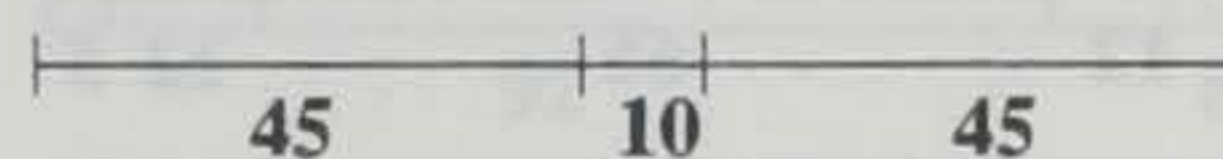
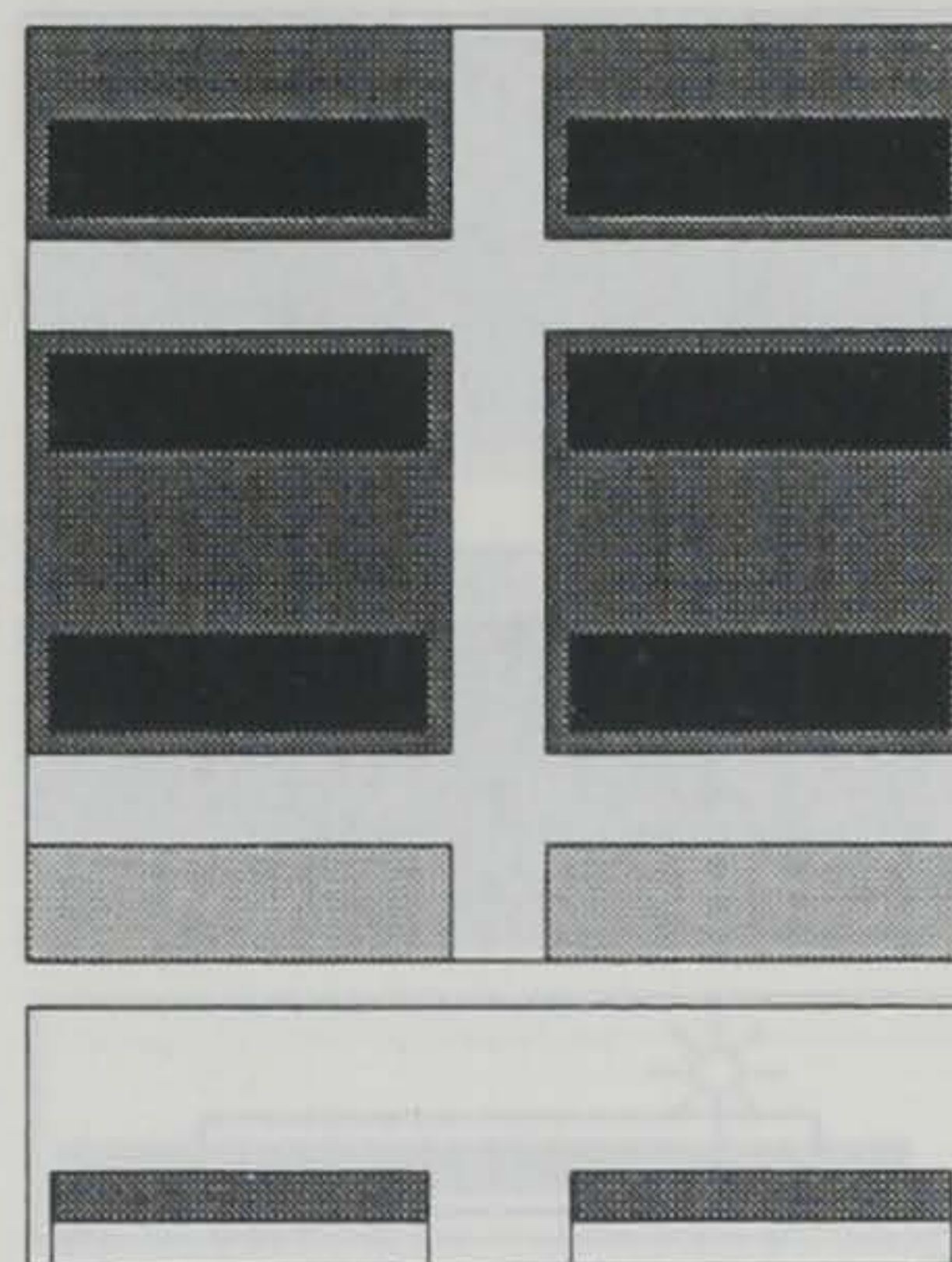
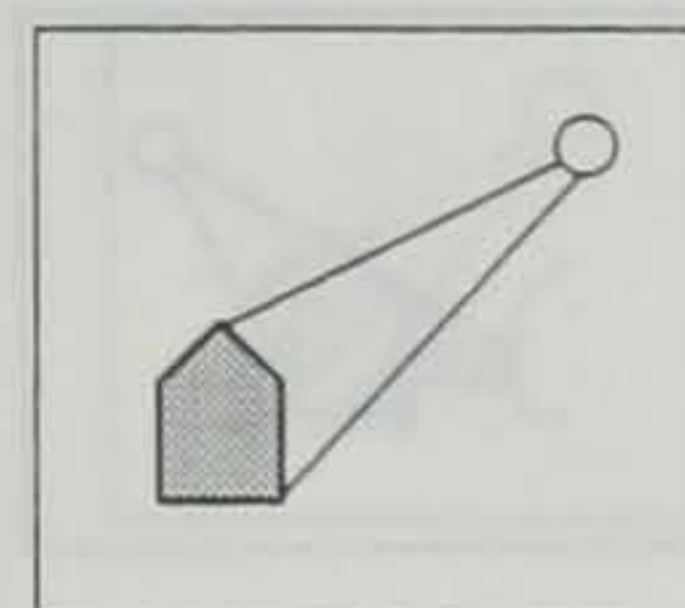
DEZE MAATREGEL BEOOGT het toepassen van een zodanige kavelrichting dat een zo groot mogelijk deel van het buitenoppervlak van de woning op het zuiden gericht is.

IN DE PROEFHECTARE zijn dezelfde bebouwingsafstanden gehanteerd als in de referentiehectare. Voor het berekenen van de zonne-opbrengst is de afstand van de beschreven gevel tot de eerstvolgende nok aan de zuidzijde van belang: de "belemmeringsdiepte" D (zie figuur). Deze bedraagt in de proefhectare aan de voorkant driemaal de belemmeringshoogte (H, zie fig.) en aan de achterkant bijna viermaal. In bijgaande grafiek kan worden afgelezen dat bij deze belemmeringen op het zuiden in het stookseizoen respectievelijk 325 en 360 kWh/m² zonnestraling op de verticale gevel valt. Hierbij is uitgegaan van de zoninval op de begane grond (1.5 m boven het maaiveld), hoewel de verdieping meer zon vangt. De verdieping wordt echter ook minder gebruikt, zodat met de voor die verdieping te laag geschatte reductiefactor toch een realistische waarde wordt bereikt.

De referentiewoning heeft aan voor- en achterkant respectievelijk 7 en 11 m² glas. Door deze oppervlakte te vermenigvuldigen met de uit de grafiek bepaalde invallende zonnestraling verkrijgt men per gevel en per woning een eerste indicatie van de zonne-opbrengst (zie fig.). De gemiddelde zonnewinst per woning in de referentiehectare is bij ongunstige oriëntatie (O-W) reeds 3875 kWh. Door draaiing op het zuiden ontstaat een zonnewinst van ca. 4350 kWh. De draaiing als zodanig levert dus ofwel 50 m³ aardgasequivalenten. Deze besparing wordt echter niet gelijk verdeeld, maar komt meer dan ten goede aan de woningen met de tuin op het zuiden. Hun voordeel is 1000 kWh zon ofwel ca. 130 m³ gas, terwijl de noordtuin-bezitters er zelfs nog iets op achteruit kunnen gaan (60 kWh of 7.5 m³ gas).

STEDEBOUWKUNDIG heeft de maatregel tot gevolg dat behalve zuid-tuinen ook duidelijk noord-tuinen ontstaan. De zon die op de gevel valt, kan voorts niet meer in straat of tuin vallen. De toepassing beperkt zich tot terreinen die van oost naar west gemeten een redelijke maat hebben.

ZUIDORIËNTATIE zonder verdere maatregelen levert, onafhankelijk van de toegepaste isolatie, een energiewinst die, afhankelijk van de belemmeringshoek en het blootgestelde glasoppervlak reeds een zodanige kostenbesparing tot gevolg heeft, dat afweging tegen overige effecten altijd de moeite waard is.



REFERENTIEVERKAVELING

gem. zonnewinst / won.

zonnewinst / won.

zonnewinst per gevel

raamopp. / gevel

Wj / m² geveloppervlak

ZUIDORIËNTATIE

16 x 11 = 176
37 x 7 = 259
15 x 7 = 105
41 x 11 = 451

435 Wj

556 Wj

991 Wj

447
447
286
161
161
286

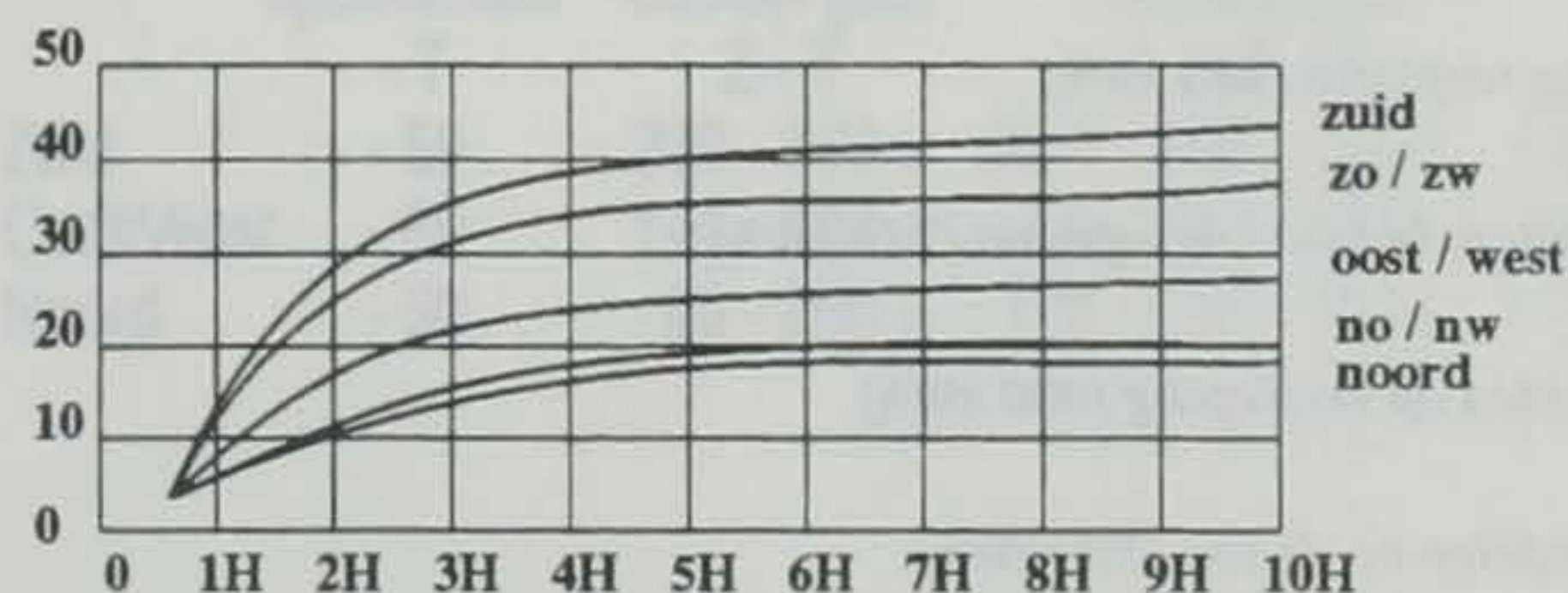
1984

54 Wj

1994-1

1994-2

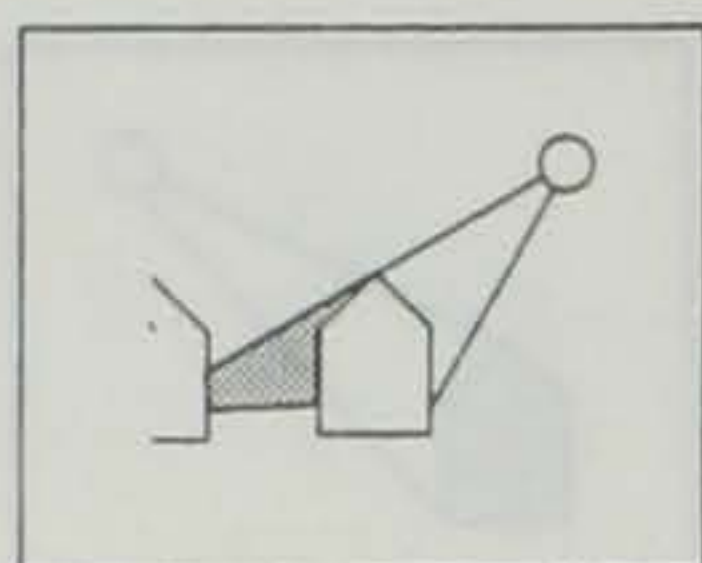
Winst per woning ten opzichte van de referentiehectare



Belemmeringsdiepte uitgedrukt in belemmeringshoogte H

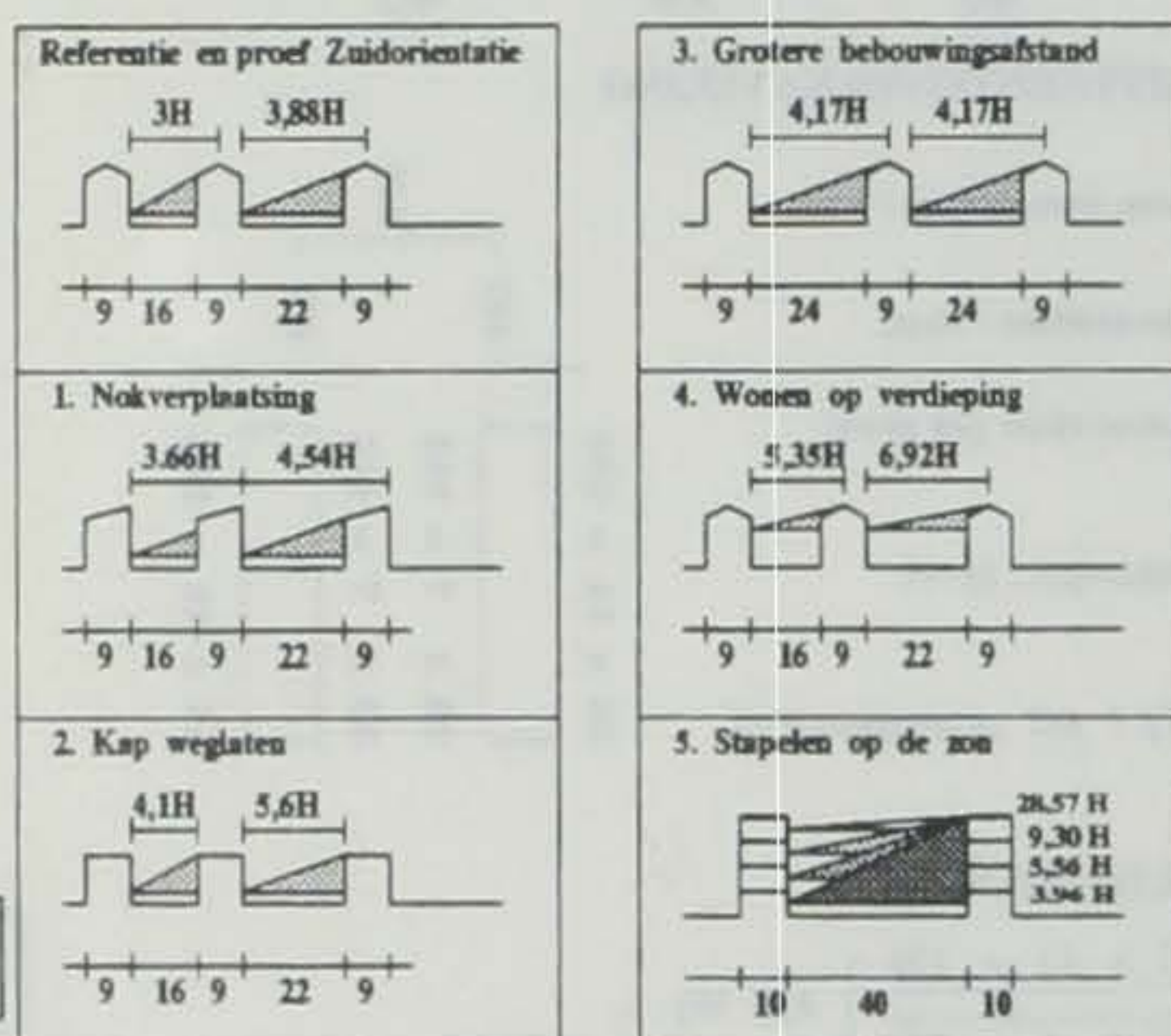
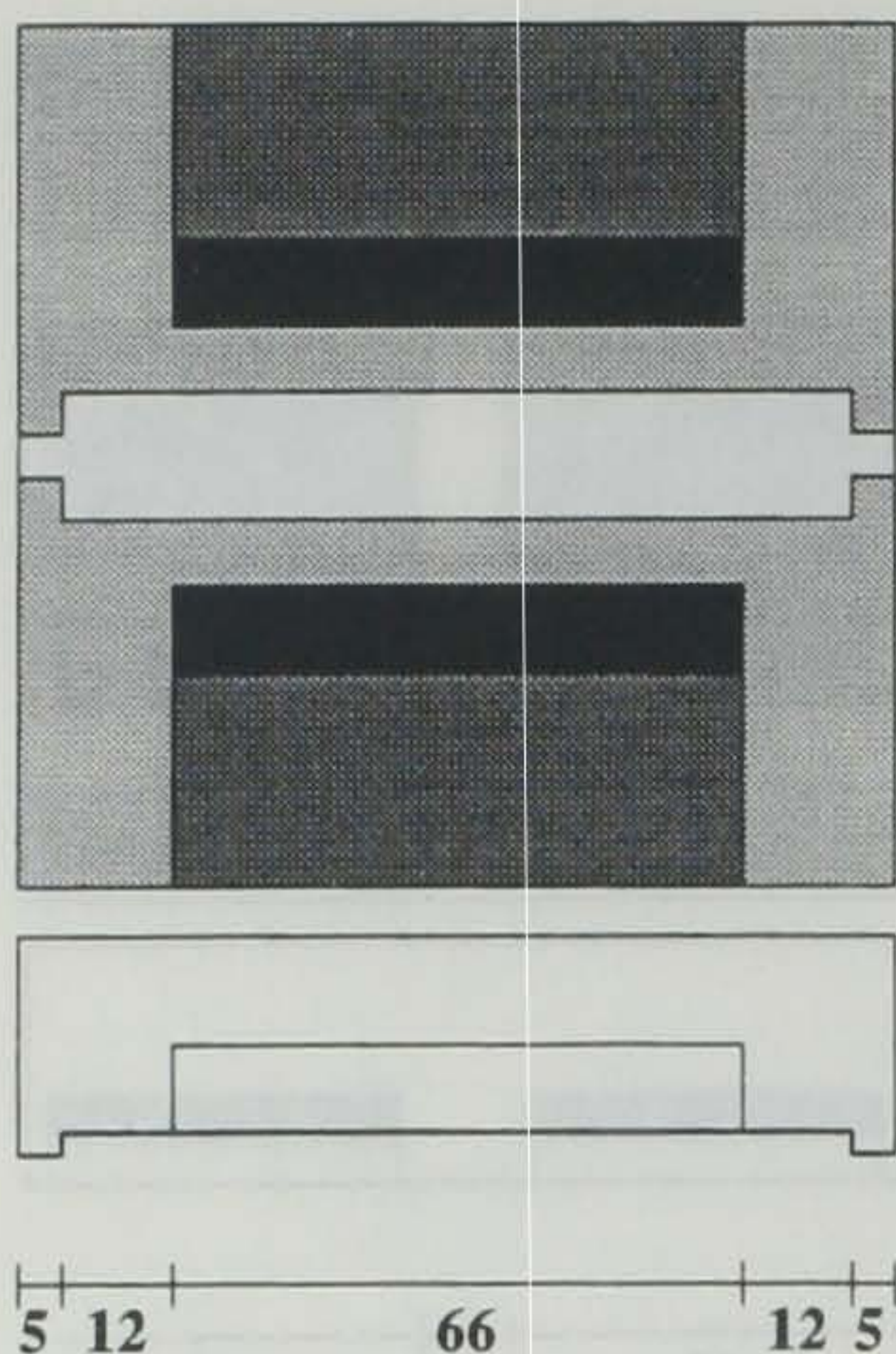


Belemmeringsdiepte D



6. Passief zon opvangen door

6.2 WONING IN DE ZON DOOR BELEMMERINGSHOEK BEPERKEN



1984

54+68 Wj

1994-1

1994-2

Winst per woning ten opzichte van de referentiehectare

Dit kan worden bewerkstelligd door de volgende deelmaatregelen (met meeropbrengst t.o.v. referentie-zuidoriëntatie):

1. nokverplaatsing (50 kWh)
2. kap weglaten (380 kWh)
3. grotere bebouwingsafstand (210 kWh)
4. wonen op verdieping (600 kWh)
5. stapelen op de zon (590 kWh).

HET BEPERKEN VAN DE BELEMMERINGSHOEK verhoogt de opbrengst van zuidoriëntatie vooral als men op de verdieping gaat wonen of gestapelde bouw toepast. De opbrengst wordt nog belangrijker, wanneer deze maatregel gecombineerd wordt met een aanpassing van het raamoppervlak (zie maatregel 7.01)

DEZE MAATREGEL BEOOGT voor elke door de zon beschenen gevel de belemmeringsdiepte te vergroten en/of de belemmeringshoogte te verkleinen. Door de nok van alle woningen naar het zuiden te verplaatsen, vergroot men de belemmeringsdiepte van de zuidgevels, maar men verkleint ze van de noordgevels. Dat levert met de grootst mogelijke verplaatsing naar de zuidgevel in de zuidgeoriënteerde referentieverkaveling slechts ca. 50 kWh winst op. Aan de noordzijde wordt namelijk verlies geleden. Een grotere winst kan worden geboekt door de kap weg te laten. Hierdoor wordt in de zuidgeoriënteerde referentiehectare 379 kWh winst geboekt. Door de woonvertrekken op de eerste verdieping te situeren vermindert men de belemmeringshoogte van de meest warmtevragende vertrekken met 2,70 meter. Dat betekent een winst van 600 kWh in het stookseizoen. Hetzelfde principe kan men toepassen door te stapelen op de zon zodat elke hogergelegen verdieping een kleinere belemmeringshoek heeft. Wanneer men ervoor zorgt dat de onderste verdieping dezelfde belemmeringshoek heeft als de tuinzijde in de referentieverkaveling, dan komt men tot een verkaveling van twee bouwlichamen met vier verdiepingen, 6 gelijkvloerse woningen aaneengebouwd (48 won./ha.). Dit levert een winst van ca 590 kWh bij gespiegelde verkaveling, zoals ook in de referentie is toegepast. De zonnwinst is echter zeer ongelijk verdeeld over de verdiepingen: de bovenste woning vangt ruim 730 kWh meer zon dan de woning op de begane grond (overeenkomend met ca. 90 m³ aardgas) terwijl de benedenste woningen er door deze maatregel nauwelijks op vooruit gaan. Bij hoogbouw is overigens weinig reden tot spiegeling. Indien men de flats alle eenzelfde optimale oriëntatie geeft met het grootste raamoppervlak op het zuiden, dan bedraagt de winst ruim 1000 kWh. Die winst moet echter worden vergeleken met de strokenverkaveling die als afzonderlijke maatregel in 7.2 aan de orde komt.

IN DE PROEFHECTARE is deze maximale beperking van de belemmeringshoek door "Stapelen op de zon" toegepast, waardoor een winst van bijna 600 kWh per woning wordt geboekt ten opzichte van de winst die reeds door de zuidoriëntatie in de referentieverkaveling was bereikt. Daarbij is de winst door verkleining van de buitenoppervlakte niet meegerekend.

STEDEBOUWKUNDIG is het effect afhankelijk van welke deelmaatregel men kiest. Nokverplaatsing en het weglaten van kappen heeft stedenbouwkundig nauwelijks invloed. Grotere bebouwingsafstanden kunnen bij gelijke dichtheid alleen worden gerealiseerd door het groen tussen de blokken te spreiden. Wonen op verdieping maakt carportwoningen aantrekkelijk. Stapelen op de zon heeft dezelfde effecten als aaneenbouwen in de hoogte (01.2).

7. Passief zon opvangen door

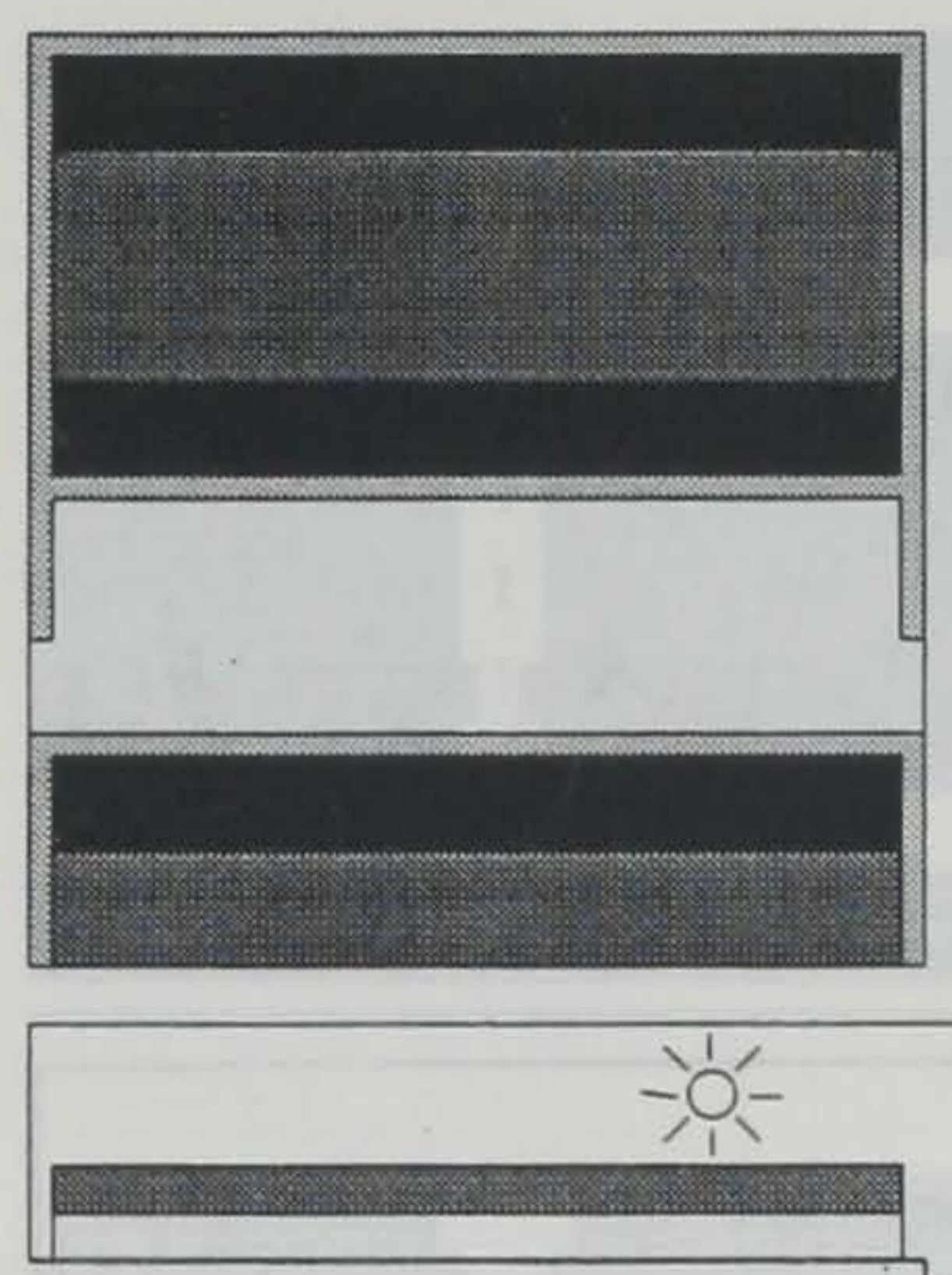
7.1 ZON IN DE WONING DOOR RAAMOPPERVLAK AANPASSEN

DEZE MAATREGEL BEOOGT meer glas in de zuidgevel te realiseren zodat meer zonnewarmte in de woning kan doordringen. Daarbij kan men twee mogelijkheden onderscheiden: het reeds in het woningontwerp aanwezige glasoppervlak zoveel mogelijk naar het zuiden verplaatsen, ofwel dat glasoppervlak vermeerderen. Indien men het totale glasoppervlak vermeerdert, introduceert men ook een extra transmissieverlies (zie tabel 6). Normaal dubbelglas op het zuiden ontvangt evenveel zonne-energie als het verliest door transmissie. Waar op het zuiden geen belemmeringen zijn, kan men dus beter glas hebben dan goed-gesoleerde spouwmuur, omdat een muur altijd een negatief saldo oplevert (bijvoorbeeld 50 kWh/m gedurende het stookseizoen). Wordt de opvallende zon echter tot minder dan 0,75 door oriëntatie of belemmeringen gereduceerd, dan wordt het saldo negatief. Bij andere oriëntaties dan zuid is het saldo van glasvermeerdering in elk geval negatief, tenzij men luiken toepast of een glassoort die uitzonderlijk goed isoleert. Het glas kan het in dat geval opnemen tegen de isolatie van een goed gesoleerde spouwmuur. Glasvermeerdering onder deze omstandigheden geeft in alle oriëntaties een positief saldo. Glasverplaatsing van noord naar zuid zonder vermeerdering van het glasoppervlak zal altijd een positief saldo opleveren. Met het oog op de lichttoetreding vereist dit echter een andere woning-indeling. Wanneer men in de zuidgeoriënteerde referentieverkaveling de achterkant-voorkant-verdeling van 11 en 7 m glasoppervlak voor de noordtuinwoningen wijzigt in 7/11 en voor de zuidtuinwoningen in 3/15, dan is de extra winst ongeveer 400 kWh. Deze extra winst mag worden opgeteld bij de winst die reeds door de vorige maatregelen werd geboekt.

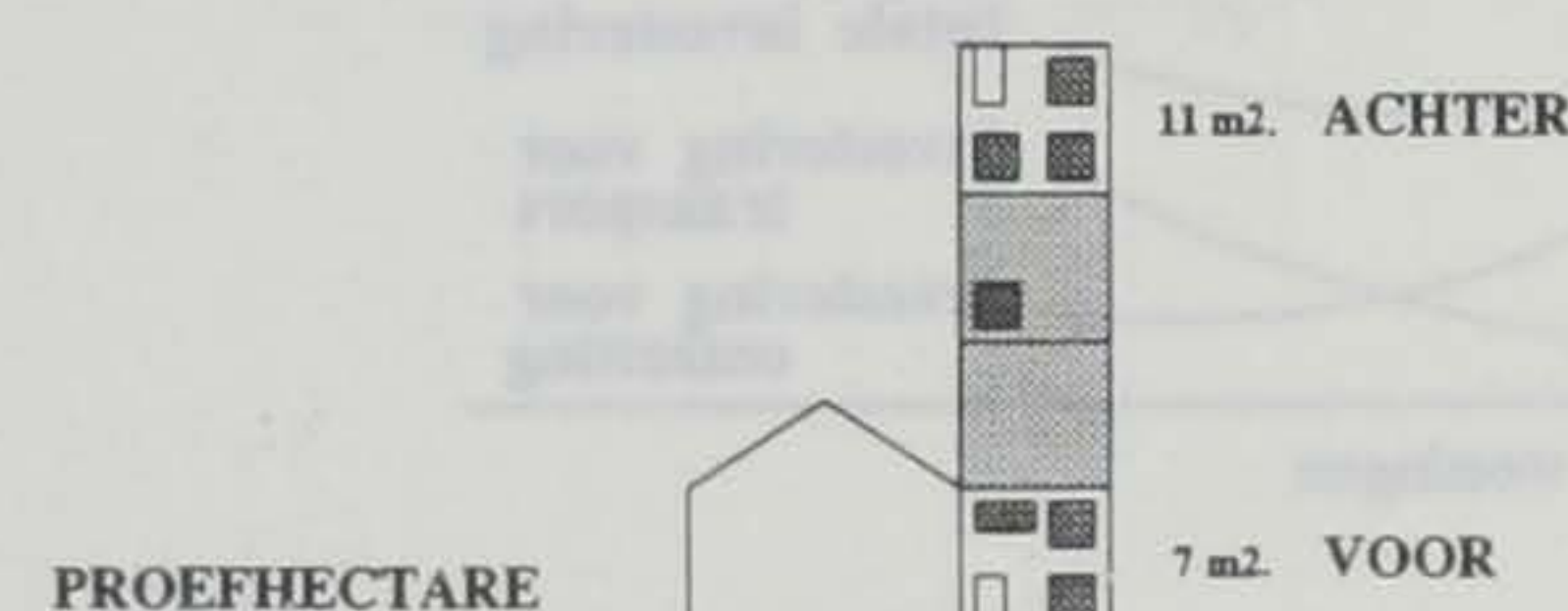
IN DE PROEFVERKAVELING is ervan uitgegaan dat in het programma niet alleen de referentiewoning, maar ook een breder woningtype is opgenomen, geschikt om naast de ingangspartij nog voldoende raamoppervlak voor passieve zonne-energie te realiseren. Dit type kan daardoor het best aan de noordzijde van de straat gerealiseerd worden. Het is in de proefverkaveling 1,20 m breder dan de referentiewoning, en verliest daardoor bij gelijkblijvende isolatie in het stookseizoen 720 kWh meer warmte dan de referentiewoning. De daardoor mogelijk geworden raamverplaatsing levert daarvan slechts ongeveer de helft als extra zonnwinst terug. De brede woningen in de proefhectare lijden daardoor een verlies van ca. 50 m³ aeq, de smalle woningen besparen ongeveer eenzelfde hoeveelheid energie. De proefhectare als geheel levert daardoor alleen een besparing omdat het aantal referentiewoningen in de meerderheid is.

STEDEBOUWKUNDIG heeft de maatregel als effect dat de gevels aan de noordzijde van straat of tuin een grote opening op het zuiden hebben, terwijl de gevels aan de zuidzijde een zeer klein raamoppervlak hebben. Dit heeft een belangrijk effect op het beeld en de belevingswaarde van de straatgevels.

ZON IN DE WONING DOOR RAAMOPPERVLAK AANPASSEN levert bij gelijkblijvende isolatie alleen iets op wanneer daardoor het totale raamoppervlak niet wordt vergroot en de woning niet wordt verbreed. Het vergroten van het raamoppervlak van de meest warmtevragende vertrekken aan de straatzijde levert zonder woningverbreding problemen op. Een verbeterde isolatie, bijvoorbeeld door toepassing van luiken voor de ramen, kan de vergroting van de zonnwinst ook bij de vergroting van het glasoppervlak of een verbreding van de gevel een positief saldo opleveren. Het nuttig raamoppervlak aan de straat kan ook worden vergroot door woonvertrekken op de verdieping te situeren, waardoor bovendien de belemmeringshoek wordt beperkt.

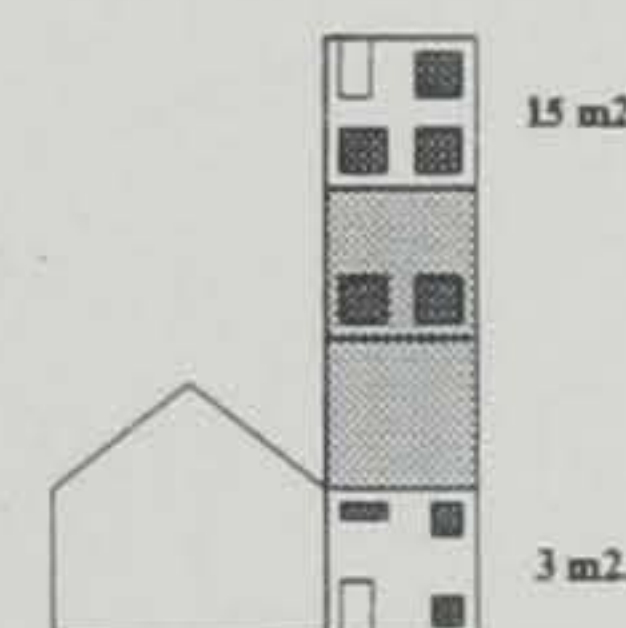


92 8
REFERENTIEHECTARE

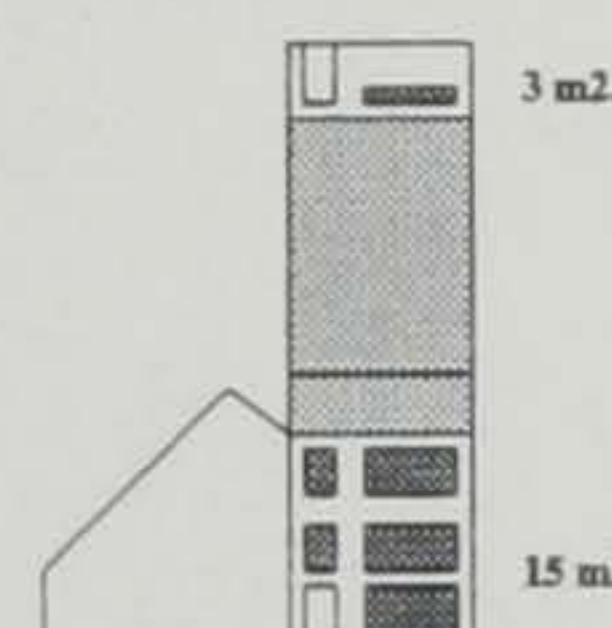


PROEFHECTARE

TYPE A



TYPE B



1984
54+46 Wj
1994-1
1994-2

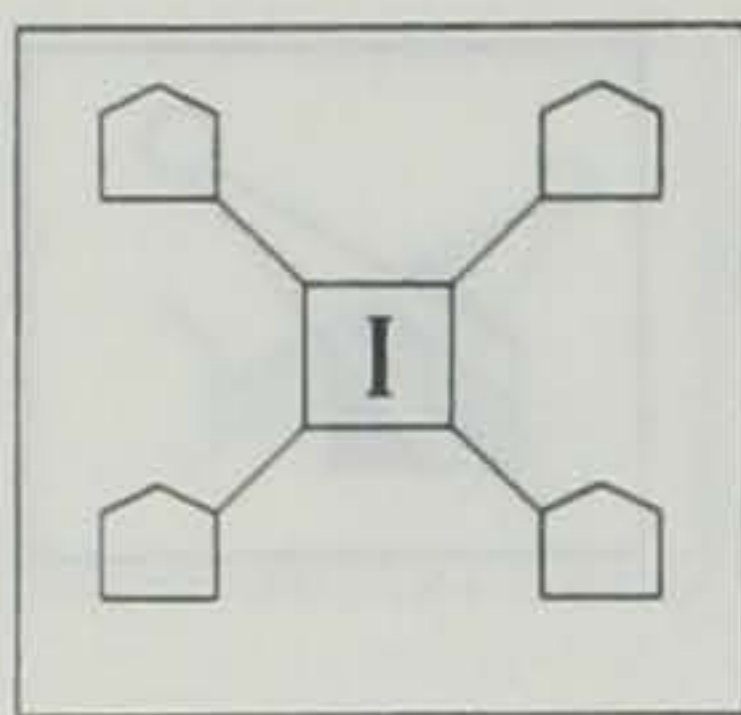
Winst per woning ten opzichte van de referentiehectare

Tabel 6 De invloed van glasvermeerdering op zonnwinst (Z) en transmissieverlies (T) in kWh per m² vertikaal oppervlak.

	spouwmuur	dubbel glas	dubbel glas *)
	- T	Z - T	Z - T
Zuid	- 50	220 - 200 = 20**	220 - 120 = 100**
Oost/West	- 50	140 - 200 = - 60	140 - 100 = 40**
Noord	- 50	90 - 200 = - 110	90 - 100 = - 10**

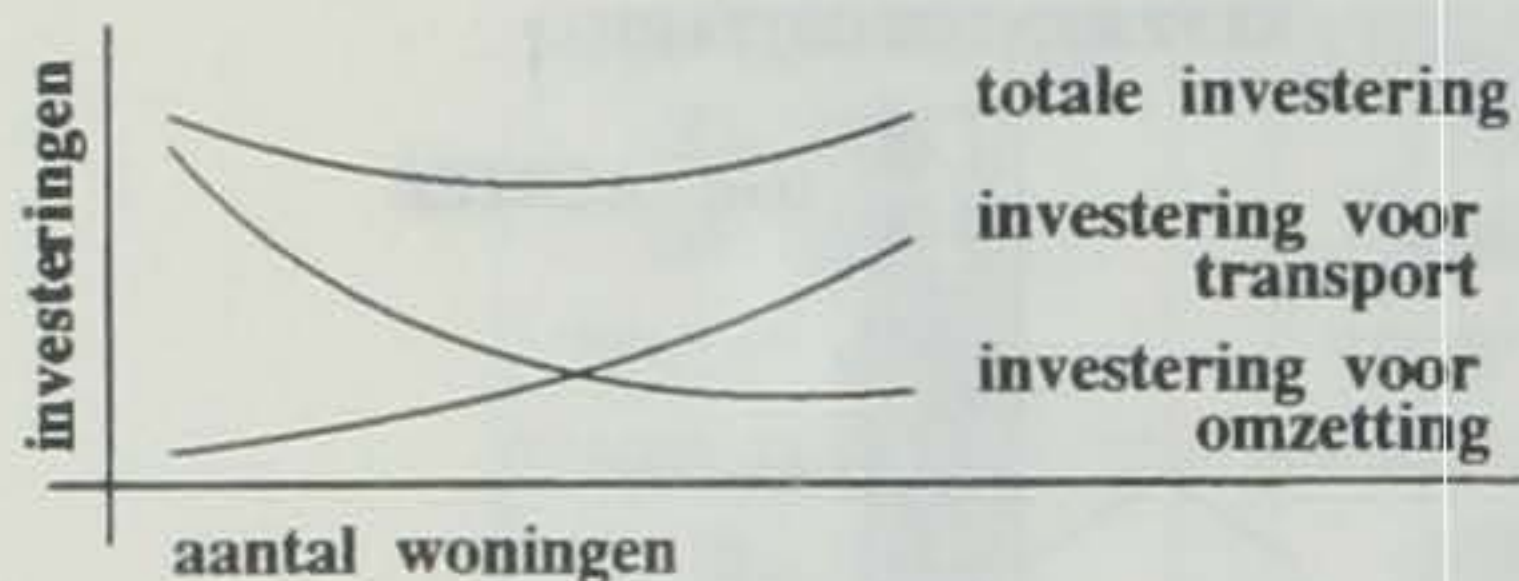
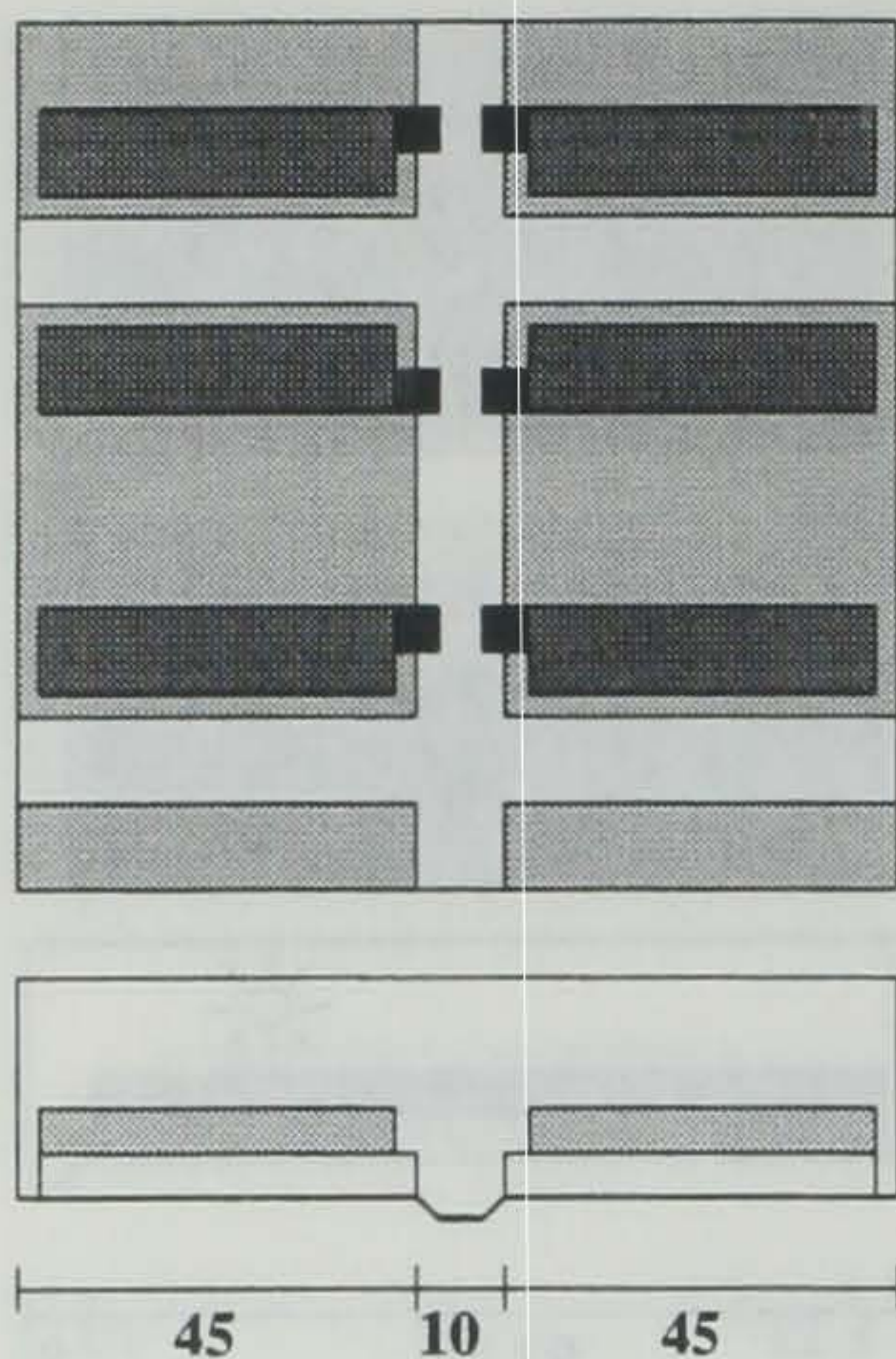
* Zeer goed isolerend glas of glas-met-luiken

** Hier is in onbelemmerde omstandigheden het saldo t.o.v. een goed geïsoleerde spouwmuur positief.



7.
7.2

Passief zon opvangen door ZON IN DE WONING DOOR ZONERING



1984

570 Wj

1994-1

1994-2

Winst per woning ten opzichte van de referentiehectare

DEZE MAATREGEL BEOOGT een zodanige ordening van ruimten en massa's, dat daardoor de zonnewarmte vooral op plaatsen en tijdstippen waarop zij het meest nodig is, kan worden benut, zonder op andere momenten overlast te veroorzaken. Men kan een inwendige (bouwkundige) en een uitwendige (stedebouwkundige) zonering onderscheiden. Beide zoneringen dienen op elkaar te worden afgestemd. Een goede inwendige distributie van zonnewarmte kan in eerste opzet worden bereikt door zuid-noord-zonering naar gewenste temperatuur (zie tabel 7). Ruimten met een relatief geringe verblijfsduur, zoals een bad- of douche-ruimte, dienen echter in deze zonering een geringere rol te spelen, omdat hiervoor het energiezuiniger alternatief van tijdelijke verwarming aanwezig is. Het woonvertrek komt dan ook, zowel gezien de gewenste temperatuur, als gezien het oppervlak en de verblijfsduur het meest in aanmerking voor de benutting van passieve zonne-energie. Keuken en slaapkamer komen op de tweede plaats, respectievelijk door de interne warmteproductie en de lagere gewenste temperatuur. Hal en voordeur komen op de derde plaats en kunnen dus het best aan de schaduwzijde worden gesitueerd. Daarop aansluitende uitwendige zonering situeert verharding (en auto's) in de schaduw van de bebouwing. Aan de zonzijde kunnen mogelijkheden om zon direct in massa's op te slaan, bijvoorbeeld door toepassing van serres, uitwendig worden voorzien. Aan die zijde kan ook de zon uitwendig effectief worden gereguleerd door beplanting die in de winter de zon doorlaat, en in de zomer zon weert. Permanente horizontale zofectief worden gereguleerd door beplanting die in de winter de zon doorlaat, en in de zomer zon weert.

8. Rendabel opwekken door

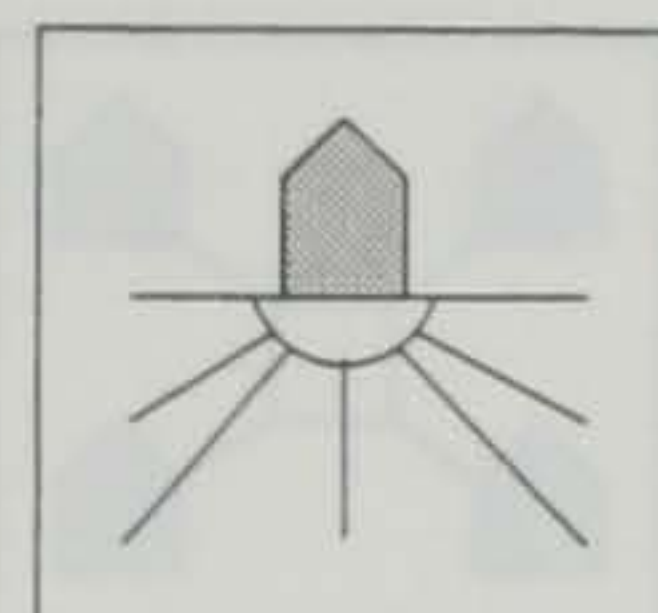
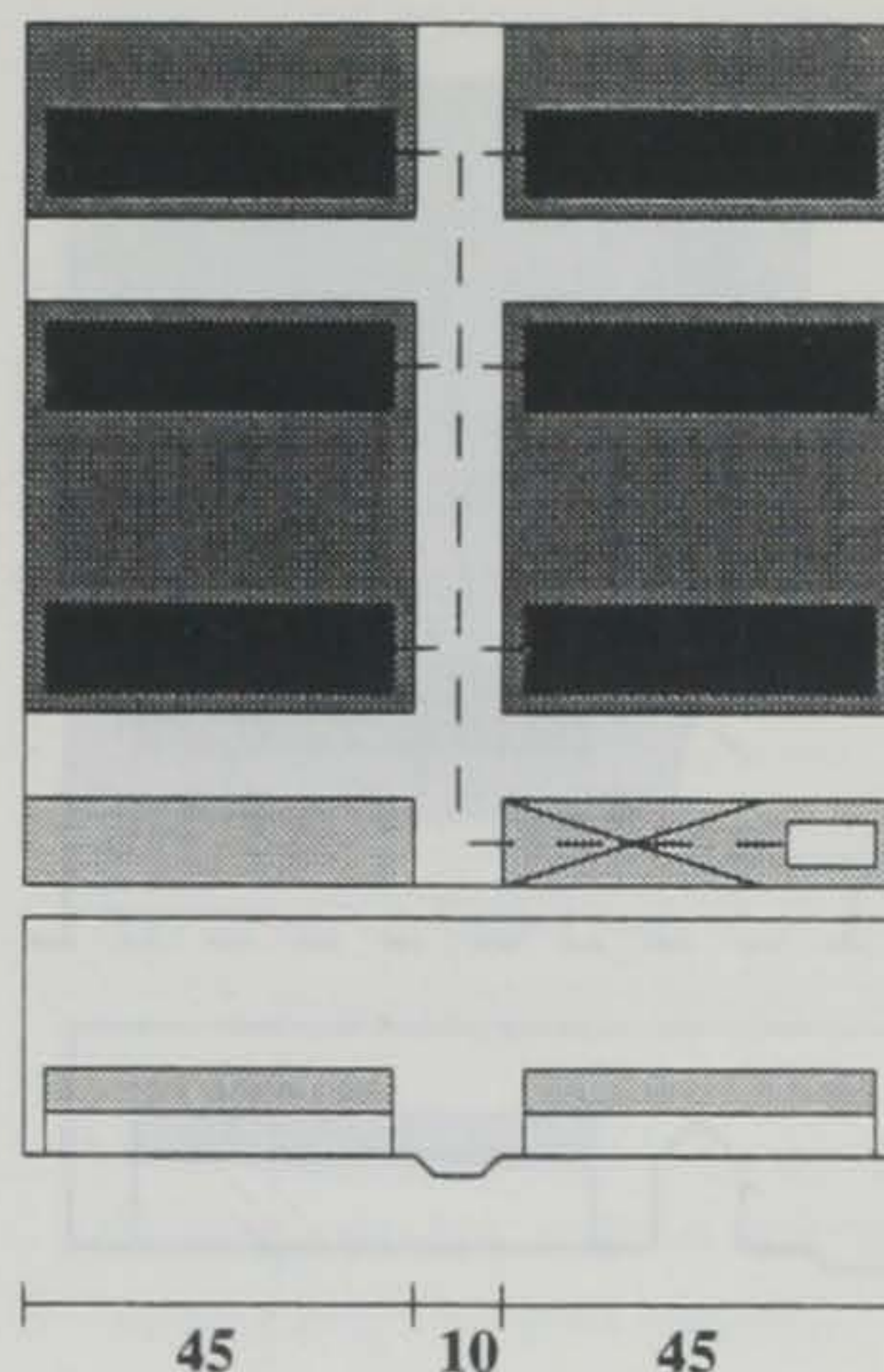
8.1 RUIMTE VOOR INSTALLATIES

DEZE MAATREGEL BEOOGT decentrale energieproductie mogelijk te maken. Zowel de aanvoer, opslag als de omzetting van energie leiden tot energieverliezen zodat slechts een deel van de aangevoerde energie nuttig gebruikt kan worden. Dit gedeelte heet het rendement van de omzetting, opslag of van het transport. Dit rendement kan behalve binnen de woning (bijvoorbeeld door Hoog-Rendementsketels) ook door maatregelen buiten de woning worden verhoogd. Collectieve C.V.-ketels voor meer woningen tegelijk kunnen binnen n bouwblok tegen lagere kosten een hoger omzetrendement behalen dan individuele ketels. Bij voldoende schaalgrootte kunnen goedkopere brandstoffen zoals stookolie of kolen worden toegepast. Beheer en onderhoud zijn eenvoudiger bij een kleiner aantal omzeteenheden. Tegenover de genoemde voordelen van collectieve systemen staat echter dat het transportrendement zal verslechteren, terwijl de investering in het transportsysteem bij een toenemend aantal woningen steeds hoger wordt (zie figuur). Waar het optimum ligt hangt ook van plaatselijke factoren af.

IN DE PROEFHECTARE is uitgegaan van een aanbouw van 5x3 m (2 m² per woning) aan de kop van elk blok ("blokverwarming"). Indien de gereserveerde ruimte bijvoorbeeld voor collectieve W/K-koppeling en/of warmtepomp wordt benut, kan wellicht 5000 kWh/ woning primaire energie bespaard worden.

STEDEBOUWKUNDIG leidt deze maatregel tot een extra ruimteclaim, die kan afnemen met een toenemende schaalgrootte van het systeem. Alleen de bovengrondse installaties vragen extra ruimte: ruimte voor het gebouw, voor de ontsluiting en bij grotere installaties vaak indirect ruimtegebruik tengevolge van milieuhinder. In de tabel wordt als voorbeeld het gemiddeld totale ruimtegebruik van warmte/ kracht installaties weergegeven. Als de installaties worden beheerd door een bewonersorganisatie of een woningbouwvereniging (opnemen in huur- of koopcontract), kan deze ruimte als uitgeefbaar terrein worden geboekt, in andere gevallen zal ruimte voor "openbare nutsdoeleinden" moeten worden gereserveerd. De ondergrondse leidingen van buurt-, wijk- en stadsverwarmingsprojecten blijken in de praktijk nauwelijks extra ruimte te vragen.

RUIMTE VOOR INSTALLATIES levert mogelijkheden voor goedkopere energie-opwekking, maar dient pas te worden overwogen wanneer toepassing van voorafgaande maatregelen een restvraag overlaten die voor deze maatregel voldoende rendement garandeert.



1984

570+343 W_j

1994-1

1994-2

Winst per woning ten opzichte van de referentiehectare

Het opwekken van electriciteit uit primaire energiebronnen heeft bij onze huidige electriciteitscentrales een opwekrendement van ca. 40%. Daardoor gaat ca. 60% als onbenutte warmte verloren als deze warmte niet voor andere doeleinden wordt gebruikt. Door electriciteit dicht bij de woning op te wekken kan de restwarmte voor de woningverwarming worden gebruikt. Een productie-eenheid die zowel nuttige warmte als electriciteit produceert (W/K-koppeling) behaalt het hoogste elektrische rendement, wanneer electriciteit en warmte in de verhouding 1:1,7 worden afgenomen. De electriciteits- en warmtebehoefte bij woningen verhoudt zich echter als 1:5 tot 1:10. De overtollige electriciteit dient dus te worden teruggeleverd aan het net of kan gebruikt worden voor het aandrijven van een elektrische warmtepomp. Een warmtepomp (dezelfde installatie die in koelkasten voor afkoeling zorgt) pompt met relatief weinig hoogwaardige energie (electriciteit of gas) warmte "tegen de stroom in" van een koudere naar een warmere omgeving. Aangezien warmte uit zichzelf van warm naar koud stroomt en des te sneller naarmate het temperatuurverschil hoger is, vergt de omgekeerde warmtestroom ook des te meer aandrijf-energie naarmate het temperatuurverschil hoger is. Wil men met een warmtepomp omgevingswarmte naar een binnenhuis-temperatuur "oppompen" dan moet men buitenshuis niet al te koude (bijvoorbeeld vorstvrije) volumina zoeken waaraan men de warmte kan onttrekken. Een horizontaal buizenstelsel in de bodem op ca. 1,5 m diepte en op onderlinge afstand van ca. 1 m vraagt echter een grondoppervlak van ca. 3x het te verwarmen vloeroppervlak. Dit vergt per referentiewoning ca. 300 m² onbebouwde grond en is daarom in de referentieverkaveling niet denkbaar. Een vertikaal buizenstelsel kan met ca. 100 m² toe, maar leidt tot hoge investeringen.

De benutting van grondwater voor warmtepompen vergt minimaal 10 m diepe putten (het hoger gelegen oppervlaktewater is teveel afhankelijk van de buitentemperatuur). Per woning dient gedurende het stookseizoen gemiddeld ca. 16 m³ water/dag ca. 4°C te worden afgekoeld. Het onttrekken van warmte aan de buitenlucht kan nog bij 0°C, maar vraagt een vrij grote aan- en afvoer van lucht. Het onttrekken van warmte aan een zonbeschenen dakvlak of muur is een veelbelovende optie. Het onttrekken van warmte aan ventilatielucht, rioolwater en restwarmtebronnen met een laag temperatuurniveau in de buurt, vormen eveneens mogelijkheden voor een warmtepomp. Indien geen goedkope electriciteit uit W/K-koppeling beschikbaar is, kan een gasmotorwarmtepomp worden gebruikt, zodat de verbrandingswarmte van het aardgas eveneens aan de woningverwarming ten goede komt. Al deze installaties met hun bijstook-eenheden voor extra koude dagen, kosten ruimte.

Indirect ruimtegebruik kan ontstaan als gevolg van de milieuhinder die de opwek-eenheden en hulpcentrales kunnen veroorzaken. Het gaat hierbij om luchtverontreiniging, visuele hinder, geluidshinder en risico. De milieuhinder van kleinschalige opwekeenheden en hulpstookcentrales blijft nog vrij beperkt. Zelfs bij een hulpstookcentrale voor enkele duizenden woningen is de schoorsteen over het algemeen niet hoger dan 30 m. De optredende geluidshinder maakt een afstand van ca. 50 m tot de woonbebouwing noodzakelijk. Bij een zorgvuldige lokatiekeuze is inpassing in de woonwijk mogelijk. Daarbij is afstemming van de (groen-)functies rondom de centrale op de milieuhinder noodzakelijk (geen geluidgevoelige functies). De milieuhinder van meer grootschalige opwekeenheden, en met name van warmtekrachtinstallaties kan, afhankelijk van de soort gebruikte brandstof, veel groter zijn. Voor dergelijke installaties kan een schoorsteenhoogte van 100 m nodig zijn. Grote installaties mogen op grond van de wet Geluidshinder alleen worden opgericht op industrieterreinen waarop zogenaamde A-inrichtingen zijn toegestaan. Overigens zal de absolute hoeveelheid chemische uitstoot bij centrale opwekking kleiner zijn dan bij decentrale opwekking, mits van dezelfde brandstof wordt uitgegaan.

1984

1994-1

1994-2

Winst per woning ten opzichte van de referentiehectare

8. Rendabel opwekken door

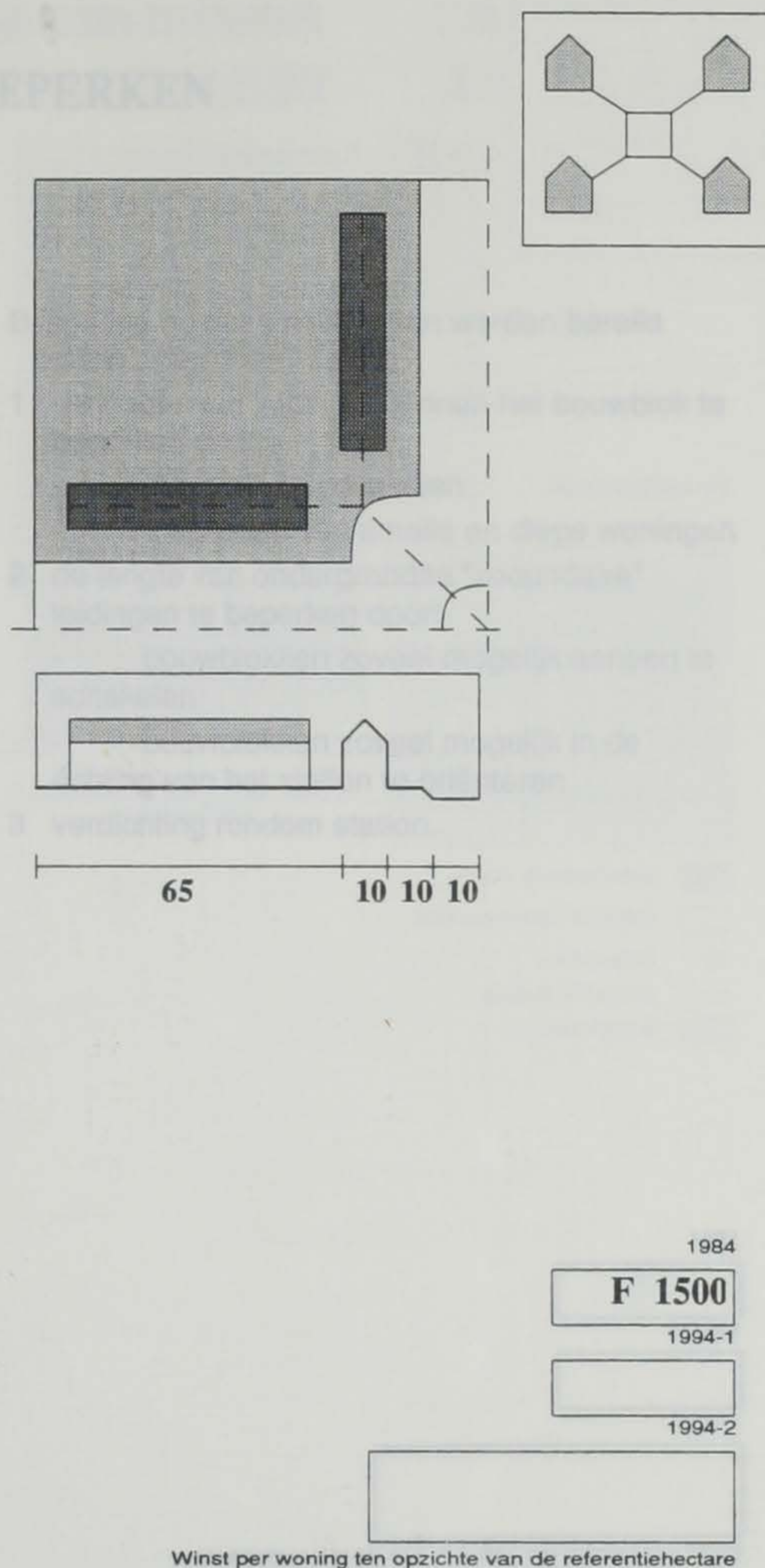
8.2 RUIMTE VOOR OPSLAG

DEZE MAATREGEL BEOOGT verloren energie ter bewaren ofwel energieproductiemogelijkheden te benutten buiten de periode van de consumptie. Bij de electriciteitsopwekking in de zomer gaat bijvoorbeeld warmte verloren die 's winters zou kunnen worden gebruikt wanneer deze warmte werd opgeslagen. Etnaalfactuaties kunnen met een kleinere opslag worden opgevangen. Aangezien de opslagcapaciteit in dat geval meermalen per jaar wordt gebruikt, zijn de besparingen per m³ opslag hoger dan bij seizoenopslag. De fluctuaties in de electriciteitsbehoefte kunnen worden opgevangen in accu's en vliegwielen, zodat minder aan het net hoeft te worden teruggeleverd. In de toekomst zal ook chemische opslag een rol spelen. Deze vorm van opslag vraagt, zoals uit de tabel blijkt, het minste ruimte. Opslag door het oppompen van water of het samendrukken van gas vraagt te veel ruimte voor de gewone stedenbouwkundige inpassing.

IN DE PROEFHECTARE is uitgegaan van een gecentraliseerde opslag onder de helft van het beschikbare groen (10 x 45 = 450 m²). Aangenomen is dat met de drie aansluitende hectares gezamenlijk opslag voor 192 woningen wordt gerealiseerd. Uitgaande van een 5 m diep gesoleerd grondpakket van met water verzadigd zand, is 2250 m³ opslag beschikbaar met een capaciteit van 25 kWh/m³ (zie tabel). De opslagcapaciteit is dan 56250 kWh, d.w.z. bijna 1200 kWh per woning. Als deze warmte in de zomer beschikbaar komt en daarvan 50% in het stookseizoen kan worden teruggewonnen, resteert slechts ca. 600 kWh winst per woning. Dit kan worden verhoogd door betere isolatie van de opslag (hogere temperatuur mogelijk, grotere capaciteit en beter terugwinrendement), maar de opslag wordt daarmee ook kostbaarder. De hier gerealiseerde capaciteit kan dan ook beter worden benut als etmaalopslag voor een collectief verwarmingssysteem. Opslag maakt het mogelijk de productiecapaciteit die anders piekbelasting moest kunnen leveren, constant op iets meer dan de gemiddelde consumptie af te stemmen, zodat een maximum omzetrendement wordt behaald (zie figuur). Opslag wordt echter vooral rendabel wanneer behalve met fluctuaties in de energievraag ook met belangrijke fluctuaties in het aanbod moet worden gerekend (bijvoorbeeld zonne- en windenergie). In dat geval kan wellicht 3000 kWh/woning primaire energie nu bespaard worden dan wat reeds bij de voorgaande maatregel mogelijk was. Bij iedere vorm van collectieve opslag is een distributienet noodzakelijk en moet een deel van de oppervlakte gereserveerd worden voor een collectieve (distributie- en eventueel productie-) installatie.

STEDEBOUWKUNDIG is het effect afhankelijk van de aard van de opslag. Wordt er bijvoorbeeld warmte opgeslagen in een watertank binnen de woning, dan zal een grotere woning-inhoud moeten worden toegelaten en wellicht hogere nok- en goothoogten. Wordt de warmte onder de woningen opgeslagen, dan dient daar reeds bij het bouwrijp maken rekening mee te worden gehouden. Wordt warmte opgeslagen in onbebouwde grond, dan dient daarmee rekening te worden gehouden bij het ontwerp en de aanleg van groen- en parkeervoorzieningen. Wellicht kan het groen boven de opslag als volkstuin worden benut, omdat diepwortelende gewassen ongewenst zijn, en de iets warmere grond het tuinbouwseizoen verlengt. Vindt opslag van kracht plaats in vliegwielen of accu's dan dient met milieu-eisen rekening te worden gehouden (geluid, risico, chemische gevaren).

RUIMTE VOOR OPSLAG kan in de praktijk over het algemeen op twee manieren worden gerealiseerd: een gedecentraliseerde korte-termijn-opslag of een seizoen-opslag voor een groter aantal woningen (minimaal 100 woningen). Overigens blijkt thans nog geen enkele vorm van opslag financieel rendabel te zijn.



Tabel 9 Opslagmethoden

opslag	methode	capaciteit in kWh/m ²	rendement	output per m ²
thermisch	water tot 80°C**	70	0,7	50
	zand/water	25	0,5	13
	zand tot 60°C**	15	0,5	8
electrisch	accu	70	0,7	50
kinetisch	vliegwiel	110	0,9	100
chemisch	benzine/waterstof	2750	0,2	550
potentieel	water oppompen	0,001	0,5	0,0005
	gas onder druk	1,5	0,5	0,7

* ruwe schatting

** ervan uitgaande dat de afkoeling tot 20°C rendabel is.



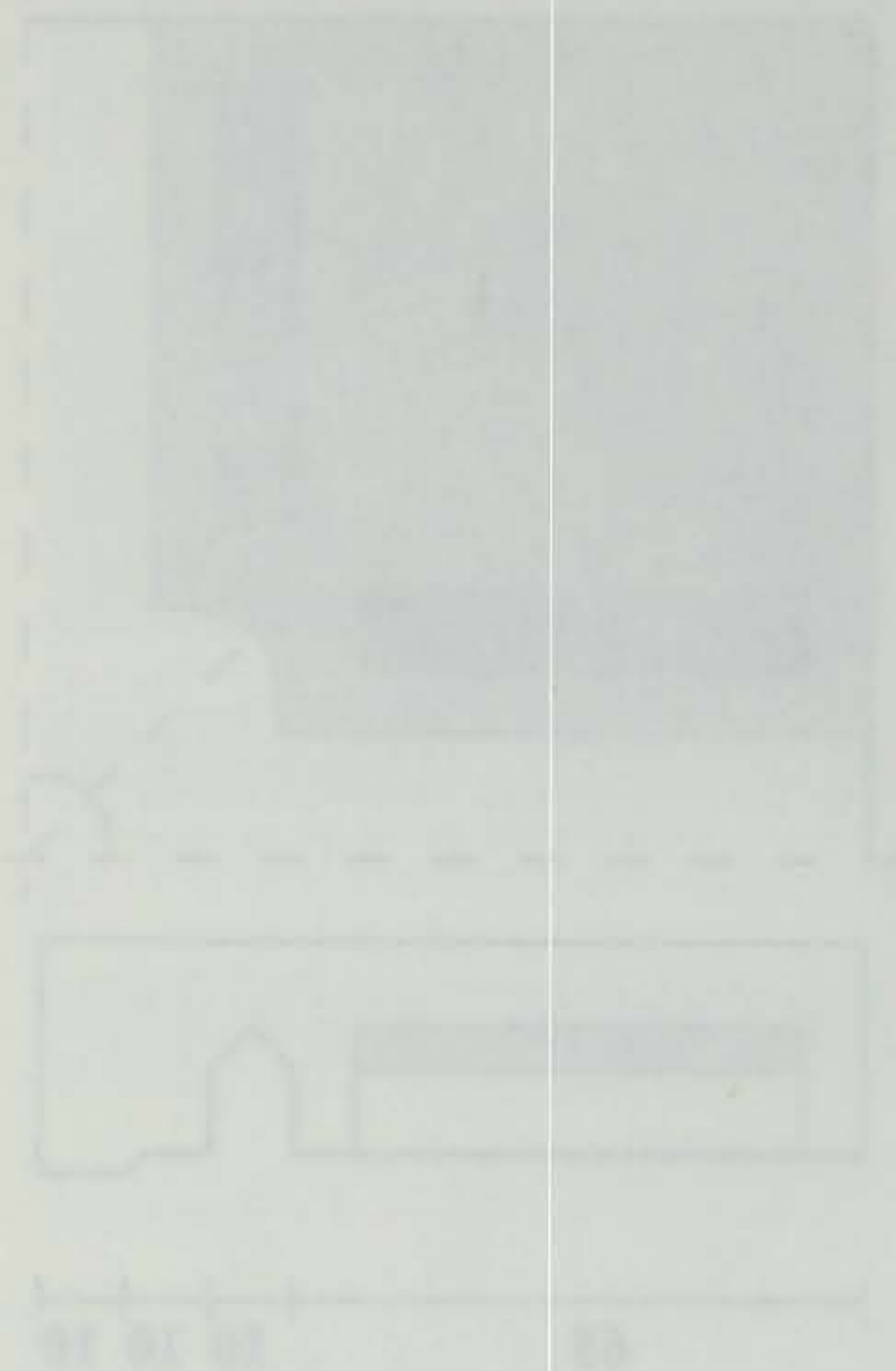
2

Referentie opwaaierbouwplan

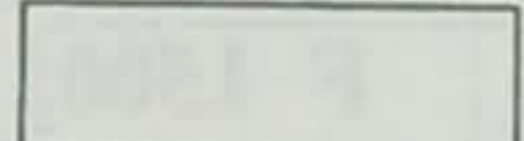
8

RUIMTE VOOR OPSLAG

8.1



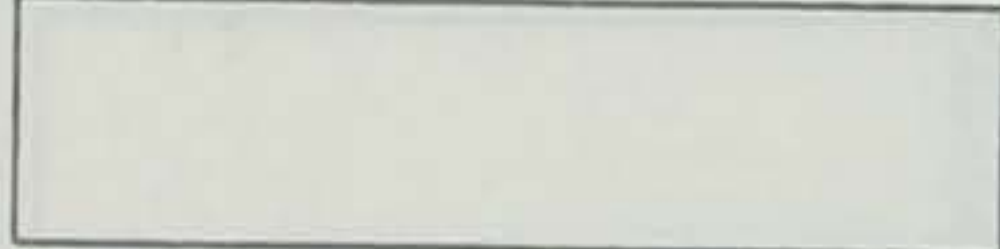
1984



1994-1



1994-2



Winst per woning ten opzichte van de referentiehectare

Woningtype	Woningtype	Woningtype	Woningtype	Woningtype	Woningtype
Woningtype	Woningtype	Woningtype	Woningtype	Woningtype	Woningtype
Woningtype	Woningtype	Woningtype	Woningtype	Woningtype	Woningtype
Woningtype	Woningtype	Woningtype	Woningtype	Woningtype	Woningtype
Woningtype	Woningtype	Woningtype	Woningtype	Woningtype	Woningtype
Woningtype	Woningtype	Woningtype	Woningtype	Woningtype	Woningtype
Woningtype	Woningtype	Woningtype	Woningtype	Woningtype	Woningtype
Woningtype	Woningtype	Woningtype	Woningtype	Woningtype	Woningtype
Woningtype	Woningtype	Woningtype	Woningtype	Woningtype	Woningtype
Woningtype	Woningtype	Woningtype	Woningtype	Woningtype	Woningtype

Woningtype

9. Efficiënt distribueren door

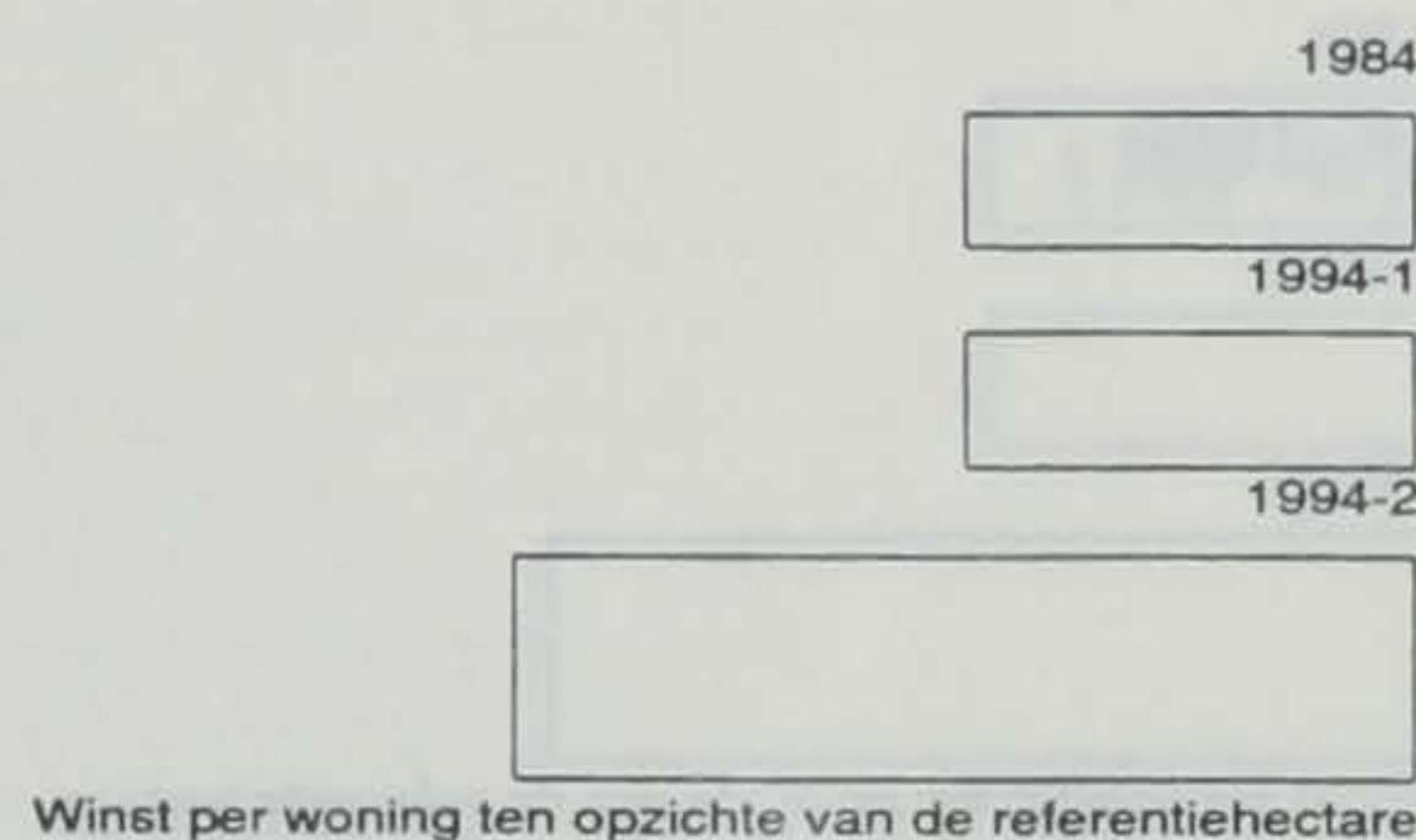
9.1 SECUNDAIRE LEIDINGEN BEPERKEN

DEZE MAATREGEL BEOOGT het transportrendement van collectieve energievoorzieningen te verhogen. Wanneer men het rendement van de opwekking of opslag belangrijk kan verbeteren door centralisering, dient het transport aan deze winst zo min mogelijk afbreuk te doen. De kosten van secundaire leidingen (leidingen buiten het bouwblok tot een eerste opwek-, opslag- of hulpstation) maken bovendien al gauw 20 tot 30% uit van de totale kosten van een collectief verwarmingssysteem. In de optimale situatie bevindt zich slechts een klein aandeel van de secundaire leidingen buiten de bouwblokken. De secundaire leidingen dienen immers voor de aansluiting van de woningen aan het warmtenet. Alle leidingen die buiten (de kruipruimten van) de woningen zijn gelegen dienen niet voor dit doel en zijn als zodanig inefficiënt. Voorts zijn aftakkingen en bochten extra duur. Het aantal bochten en aftakkingen dient daarom zo laag mogelijk te worden gehouden. Wat het stapelen betreft moet worden opgemerkt dat leidingen binnen het gebouw op zich al goedkoper zijn dan ondergrondse leidingen. Bovendien is de verbinding lengte tussen woningen boven elkaar kleiner dan tussen woningen die naast elkaar zijn gelegen. Uit dien hoofde zijn de kosten van de secundaire leidingen bij gestapelde bouw aanzienlijk lager dan bij laagbouw. Aan de warmwatervoorziening met uitsluitend secundaire leidingen zijn in de praktijk grenzen gesteld. Bij grotere aantallen woningen dan 150-300, wordt een extra leidingnet toegevoegd (het "primaire net") dat de stations vanwaaruit de secundaire leidingen worden gevoed met elkaar en met een centrale opwekeenheid verbindt. Deze installatie zelf is meestal in een apart gebouw, op enige afstand van de woningen ondergebracht.

IN DE PROEFHECTARE is in het midden gelaten of het "station" een opwek-, opslag- of distributie(hulp- of onder-) station betreft. Er is van uitgegaan dat vier proefhectares (192 woningen) op n station in de "hoek" van de hectare zijn aangesloten ten opzichte waarvan de leidinglengte moet worden beperkt. De lengte van de secundaire leidingen is beperkt door de 48 woningen te stapelen en te schakelen tot twee blokken van vier lagen hoog en 12 traveen aaneen. Daardoor wordt een maximaal deel van de benodigde leidinglengte inpandig gerealiseerd. De blokken zijn zoveel mogelijk in de richting van het station gelegd, zodat nog slechts weinig leidingen buiten het bouwblok noodzakelijk zijn. De lengte van de secundaire leidingen is ten opzichte van de vorige proefhectare beperkt van 140 meter tot 40 meter. Indien deze leiding fl 750,- per strekkende meter kost, wordt hierdoor een besparing van ruim fl 1500 per woning bereikt, zodat een collectief systeem eerder rendabel zal zijn.

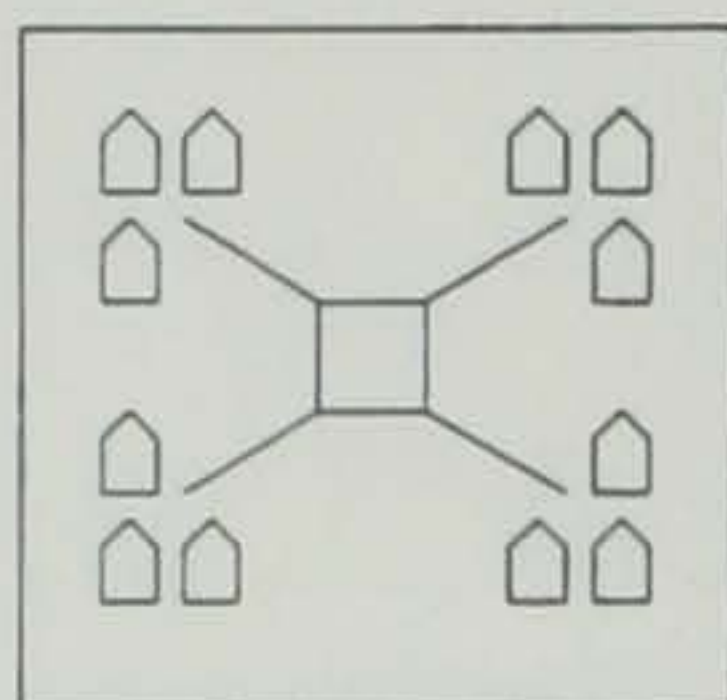
Besparing op deze posten kan worden bereikt door:

- 1 de lengte van leidingen binnen het bouwblok te beperken door:
 - stapelen en schakelen
 - toepassen van smalle en diepe woningen
- 2 de lengte van ondergrondse "secundaire" leidingen te beperken door:
 - bouwblokken zoveel mogelijk aaneen te schakelen
 - bouwblokken zoveel mogelijk in de richting van het station te oriënteren
- 3 verdichting rondom station.



STEDEBOUWKUNDIG leidt deze maatregel tot clustering op "vlekniveau" (150-300 woningen) door aaneenbouwen, verdichten en centrale oriëntatie van de bouwblokken.

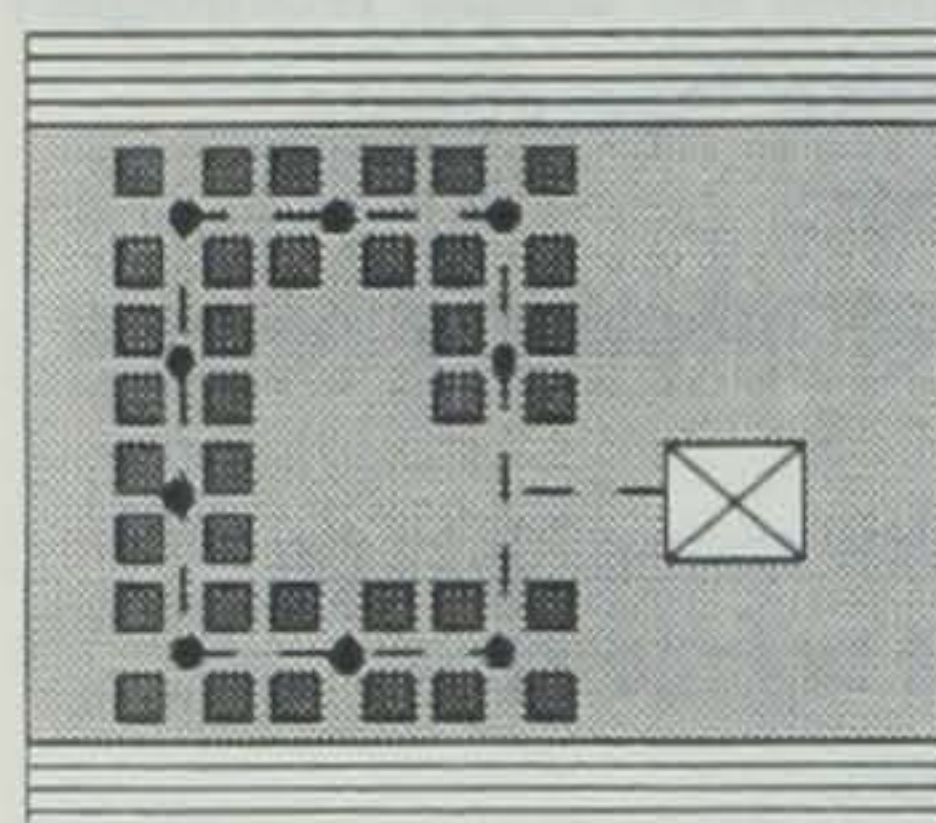
SECUNDAIRE LEIDINGEN BEPERKEN levert vooral kostenreductie op, zodat meer rendabele opwek-, opslag- of distributiesystemen tot de mogelijkheden gaan behoren en daardoor primaire energie wordt bespaard.



9.
9.2

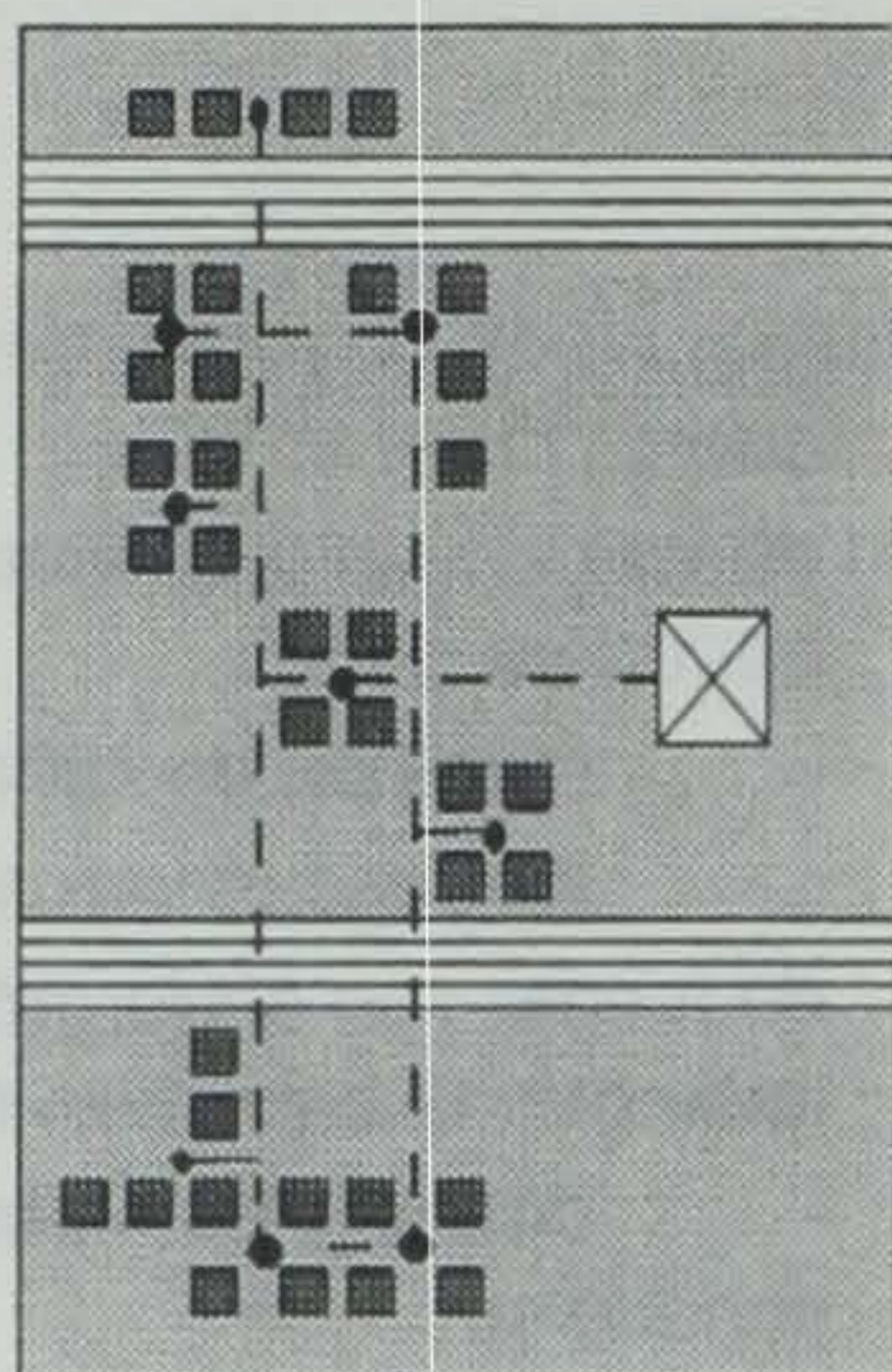
Efficiënt distribueren door PRIMAIRE LEIDINGEN BEPERKEN

Proefkilometer



- proefhectare 09.1
- centrale opwekeenheid
- hulpstation
- primaire leiding
- waterbarriere

Referentiekilometer



1 kilometer

1984

F 1000

1994-1

1994-2

Winst per woning ten opzichte van de referentiehectare

DEZE MAATREGEL BEOOGT het transportrendement van centrale energievoorzieningen te verhogen. Opwek- of distributiecentrales die meer dan ca. 300 woningen (wijk of stadsverwarming) van warmte voorzien, maken gebruik van hulp of onderstations, die onderling door een "primaire" ringleiding zijn verbonden. De vorm en structuur van een woonwijk kunnen van grote invloed zijn op de lengte van de primaire distributieleidingen. Om een goede "ontsluiting" met zo min mogelijk primaire leidingen tot stand te brengen, dient bij de stedenbouwkundige opzet aan de volgende eisen te worden voldaan: 1 compacte vorm van de woonwijk 2 bouwen in hoge dichtheid 3 gunstige ligging van wegen en waterlopen, zodat: geen extra kruisingen van water lopen (naast de duikers en bruggen van wegen) noodzakelijk zijn; een gestrekt beloop van de primaire leiding mogelijk is; de gehele woonwijk direct (zonder extra aftakkingen) vanaf de primaire ringleiding kan worden ontsloten. Deze maatregel dient op een hoger schaalniveau te worden getroffen dan de voorgaande maatregelen.

IN DE "PROEFKILOMETER" zijn 36 proefhectares van het type op de vorige bladzijde zo compact mogelijk gegroepeerd, terwijl daarboven als referentie eenzelfde aantal op minder compacte wijze is gegroepeerd. Beide plannen tellen ca. 1700 woningen. De compacte opzet heeft echter ca. 1100 m minder primaire leidingen en mist bovendien de kostbare kruisingen met het water. Indien de primaire leiding ca. fl 1500 per strekkende meter kost, wordt hierdoor de primaire leiding ca. fl 1000 per woning goedkoper, zodat het collectieve systeem eerder rendabel zal zijn.

STEDEBOUWKUNDIG leidt de maatregel tot een "compacte stad" waarbij echter bijzondere functies die geen energievraag vertegenwoordigen (zoals groen) naar de rand van de bebouwing wordt verplaatst.

PRIMAIRE LEIDINGEN BEPERKEN heeft alleen zin wanneer, bij een resterende energieconsumptie na alle maatregelen aan de consumptiezijde, centrale productie op lokaal niveau nog steeds goedkoper is dan de traditionele energievoorziening.

10. Lokale bronnen benutten door

10.1 REST- EN AFVALWARMTE TE GEBRUIKEN

Deze maatregel beoogt grote vermogens verloren energie in de buurt van de consument te benutten. Afvalwarmte onderscheidt zich daarbij van restwarmte, doordat niet wordt ingegrepen in het proces van de producent om ten koste van dat proces bijvoorbeeld hogere temperaturen te verkrijgen (in het geval van W/K-koppeling kan dat bijvoorbeeld door een andere verhouding te kiezen tussen de geleverde warmte en kracht). Rest- en afvalwarmte zijn grootschalige warmtebronnen die een continue stroom van warmte kunnen leveren, maar niet op de fluctuaties van de warmteconsumptie in woningen kunnen reageren. Zij worden daarom het meest rendabel benut, wanneer zij voorzien in de warmtevraag die vrijwel het gehele stookseizoen aanwezig is (de "grondlast", ongeveer de helft van de aansluitwaarde). Het meer variabele deel van de warmtebehoefte kan dan meer decentraal door eerdergenoemde systemen worden bijgestookt. Een woning heeft een gemiddelde aansluitwaarde van 0,012 MW. Een afval- of aardwarmtebron van 50 MW kan dus ca. 8000 woningen voor de helft van de aansluitwaarde van warmte voorzien. De woningen moeten in dat geval niet meer dan 10 km van de warmtebron af liggen om nog rendabel te kunnen functioneren. Bronnen met een groter vermogen zijn ook op grotere afstand nog rendabel (tot maximaal 20 km). Aangezien elke strekkende meter afstandstransportleiding minimaal fl 3000 kost, is het zaak de bron zo dicht mogelijk bij de afnemers te leggen of de afnemers zo dicht mogelijk bij de bron. Dit kan bij de lokatiekeuze van nieuwe woongebieden een factor van betekenis zijn.

IN HET PROEFPLAN is de woningbouwlocatie voor 8000 woningen 3 km dicht bij een afvalwarmtebron gelokaliseerd dan aanvankelijk bedoeld. Hierdoor wordt de benutting van de afvalwarmtebron ca. fl 9.000.000, d.w.z. ruim fl 1000 per woning, goedkoper zodat de kans op een rendabele exploitatie is gestegen. Aangenomen wordt, dat van de bijstookbehoefte van 13.000 kWh in de referentiewoning in 10.000 kWh uit afvalwarmte kan worden voorzien.

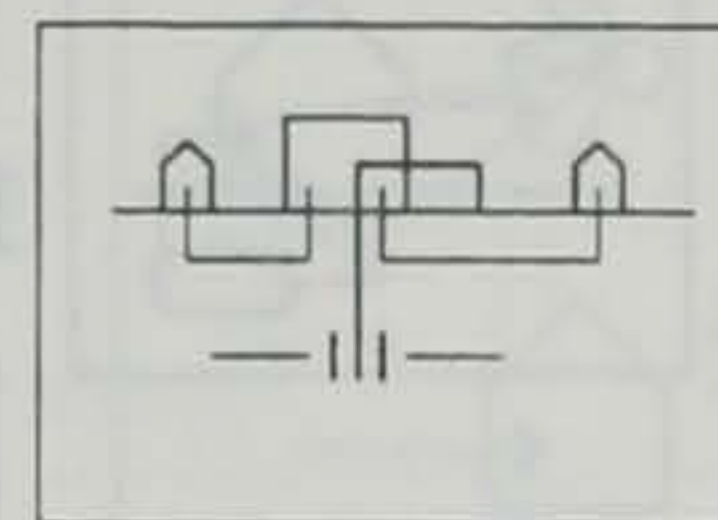
STEDEBOUWKUNDIG impliceert deze maatregel niet alleen nieuwe argumenten voor de lokatiekeuze, maar ook de toepassing van beide voorgaande maatregelen, het beperken van primaire en secundaire leidingen.

REST- EN AFVALWARMTE GEBRUIKEN vergt meestal grote investeringen, en kan zonder bijzondere opslagvoorzieningen slechts voor een deel in de resterende warmtevraag voorzien.



* electriciteitscentrale

■ mogelijke locaties



1984

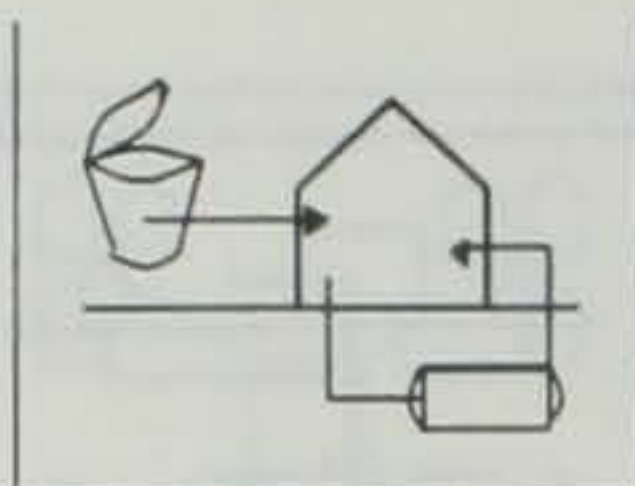
1141 Wj

1994-1

1994-2

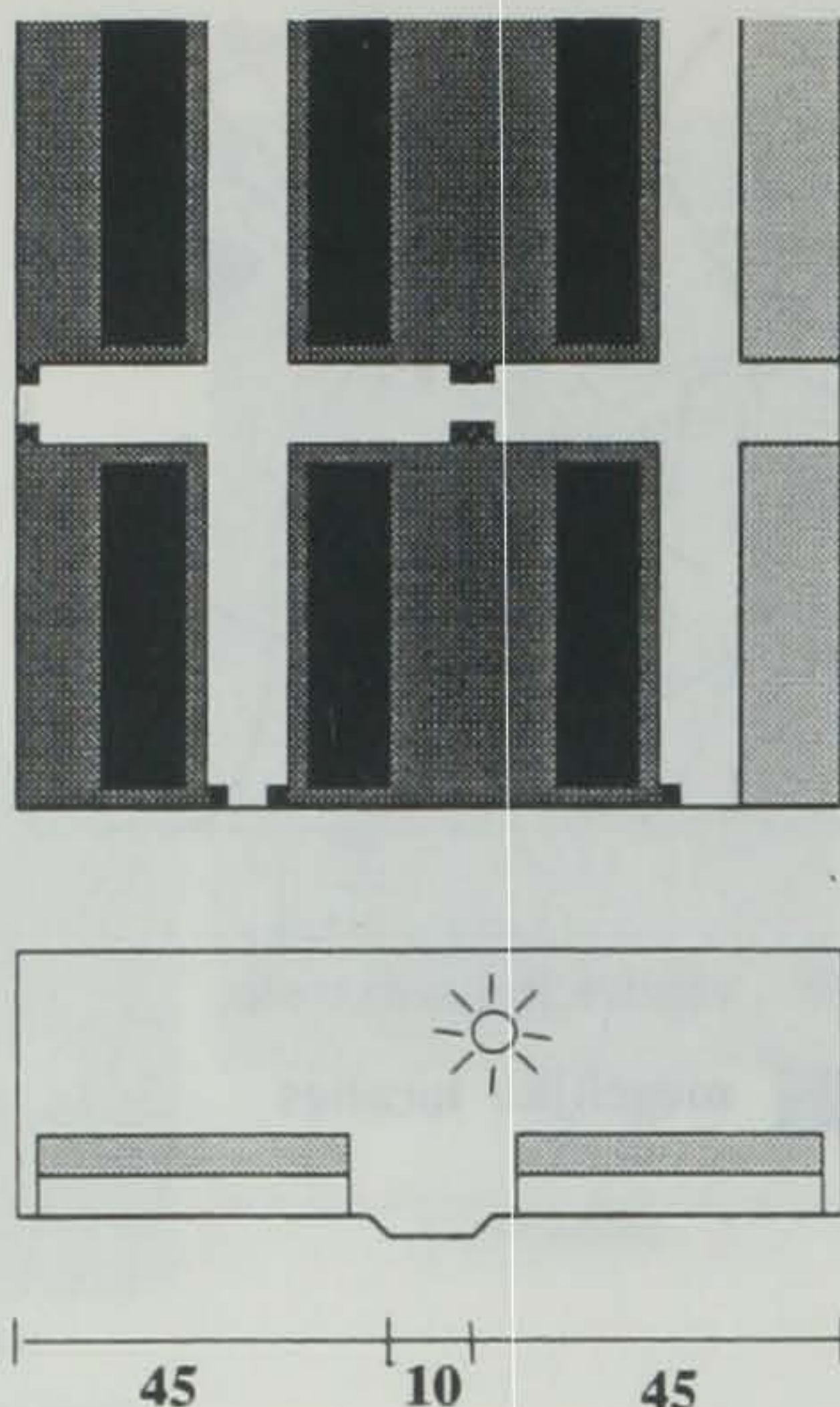
Winst per woning ten opzichte van de referentiehectare

AARDWARMTE dient dicht bij de afnemers te worden gewonnen, omdat daarvoor op zich dure installaties nodig zijn. De winning van aardwarmte verkeert nog in een experimenteel stadium, maar wordt alleen mogelijk geacht in gebieden waar warme en poreuze lagen op een betrekkelijk geringe diepte (90 °C op 3000 m diepte) worden gevonden. Een installatie voor de winning van aardwarmte bestaat uit een productieput, waaruit het warme water wordt omhooggepompt, een warmtewisselaar en een injectieput waar het afgekoelde water op enige afstand weer in de grond wordt teruggepompt. Om nu dan de basislast te kunnen leveren kan dit systeem nog worden aangevuld door een seizoenopslag op ca. 500 m diepte. In principe kan op deze wijze de verwarming van gebouwen volledig door aardwarmte worden gedekt, maar een andere dekking van het fluctuerende deel van de warmtevraag zal meestal goedkoper zijn. De investeringen vergen een warmtevraag van minimaal 2000 woningen. Een aardwarmteproject heeft een beperkte levensduur van enkele tientallen jaren, aangezien de winningslaag in deze tijdsperiode is afgekoeld en te langzaam door de natuurlijke warmtestroom wordt aangevuld. Een aardwarmtebron levert waarschijnlijk geen andere milieuhinder dan enige geluidsproductie en kan daardoor waarschijnlijk in of aan de rand van de woonbebouwing worden gesitueerd. De transportleiding vormt dan geen probleem, maar het beperken van de primaire en secundaire leidingen blijft actueel.



10. 10.2

Lokaal aanwezig afval benutten door AFVAL EN BIOGAS GEBRUIKEN



1984

115 Wj

1994-1

1994-2

Winst per woning ten opzichte van de referentiehectare

BIOGAS ten behoeve van de woonwijk kan uiteraard ook met organisch materiaal van buiten de woonwijk worden opgewekt. In dat geval zou biogas een groot deel van de energievoorziening voor zijn rekening kunnen nemen, mits een goede oplossing voor de problemen van stank en risico wordt gevonden. Daarbij is een stankloze, constante aanvoer en samenstelling van (eventueel fijngehakt) organisch materiaal noodzakelijk, maar ook voortdurend deskundig toezicht op het proces. Men kan dan kiezen tussen een afzonderlijk gasdistributiesysteem, alsmede op biogas afgestelde huishoudelijke apparatuur, of een op biogas werkende collectieve verwarmingsketel, W/K-installatie en/of warmtepompinstallatie. In alle gevallen is enige vorm van distributie (met leidingennet) noodzakelijk. Bij terugleveren aan het gasnet zou een zodanige "verdunning" met aardgas noodzakelijk zijn, dat de bestaande huishoudelijke apparatuur het mengsel kan verwerken. De installatie hoeft dan echter niet meer dicht bij de woningen te staan.

DEZE MAATREGEL BEOOGT vooral lokaal aanwezige materiele energiebronnen met zo weinig mogelijk schade aan het milieu te benutten. Per huishouding van drie personen wordt gemiddeld per jaar 1 ton afval geproduceerd. Het aselectief verbranden levert maximaal 1300 kWh per ton op, maar vormt tegelijkertijd evenals storten een aanzienlijke belasting van het milieu. Dit afval bestaat echter voor ongeveer de helft uit organisch materiaal dat deels als veevoeder kan worden gebruikt ofwel ca. 500 kWh biogas per ton kan leveren. De papier- en plasticfractie kan ca. 1000 kWh brandstof per ton opleveren, maar ook voor hergebruik bewaard blijven, zodat dit ca. 500 kWh aan primaire energie wordt bespaard. Deze oplossing levert dus minder energie, maar spaart het milieu doordat het plastic niet hoeft te worden verbrand. Het hergebruik van ijzer en glas uit 1 ton afval levert in beide gevallen nog een besparing op primaire energie van ca. 400 kWh. De scheiding in genoemde fracties kan mechanisch gebeuren en kost dan minimaal 100 kWh primaire energie per ton. Dit kan men derhalve uitsparen door het afval te scheiden aan de bron. Hoewel de energiewinst daarvan dus beperkt is, kan de milieuwinst groot zijn. Scheiding aan de bron wordt dan ook veeleer gerechtvaardigd door milieuoverwegingen dan door energie-overwegingen.

IN DE PROEFHECTARE is uitgegaan van gescheiden ophalen van drie fracties in kleine groepjes minicontainers in drie kleuren, om de vijf woningen, overeenkomstig het in Leiden ontwikkelde "REAL"-systeem. De onderscheiden fracties zijn een "veevoeder-fractie", een "glas-papier-metalen-fractie" en een restfractie. In de proefhectare is niet uitgegaan van de centrale verwerking, gezien de daaraan verbonden problemen van beheer en milieu. De centrale verwerking van de fracties bestaat uit zuivering en sterilisatie van de veevoederfractie, scheiding van de glas-, papier- en metalenfractie en een algemene verwerking van de reststoffenfractie.

STEDEBOUWKUNDIG leidt decentrale verwerking van afval tot milieuproblemen (aanvoer van materiaal, stank, risico). Biogas-opwekking in de woonwijk is daarom niet aan te bevelen. Gescheiden ophalen van huisvuil leidt tot voorzieningen in de directe woonomgeving die zowel goed bereikbaar moeten zijn, alsook niet te opvallend in het zicht geplaatst moeten zijn.

AFVAL EN BIOGAS GEBRUIKEN leent zich zelden voor lokale energieproductie in stedelijke woonwijken. In landelijke gebieden zijn meer mogelijkheden, doch er is onvoldoende ervaring met toepassing ten behoeve van de woningbouw om nadere aanwijzingen te kunnen geven. De voordelen van gescheiden ophalen van huisvuil zijn meer van milieutechnische betekenis dan van belang voor de energievoorziening.

11. Lokale bronnen benutten door

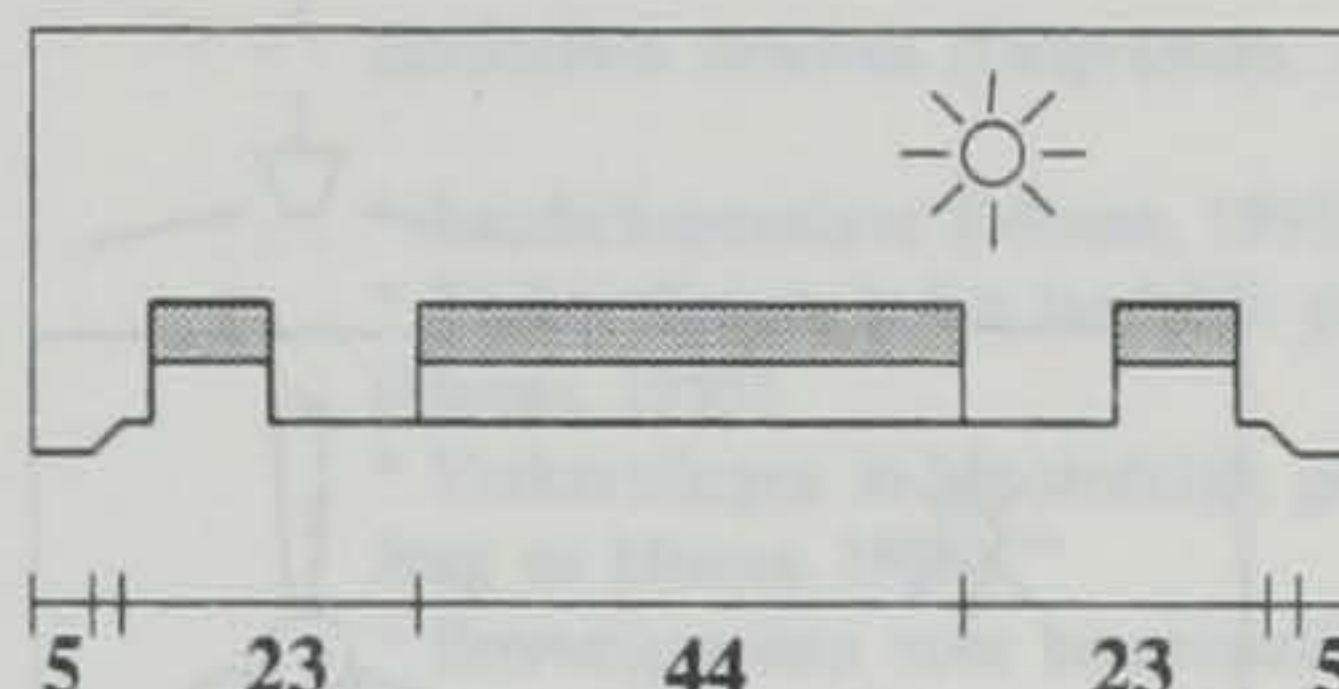
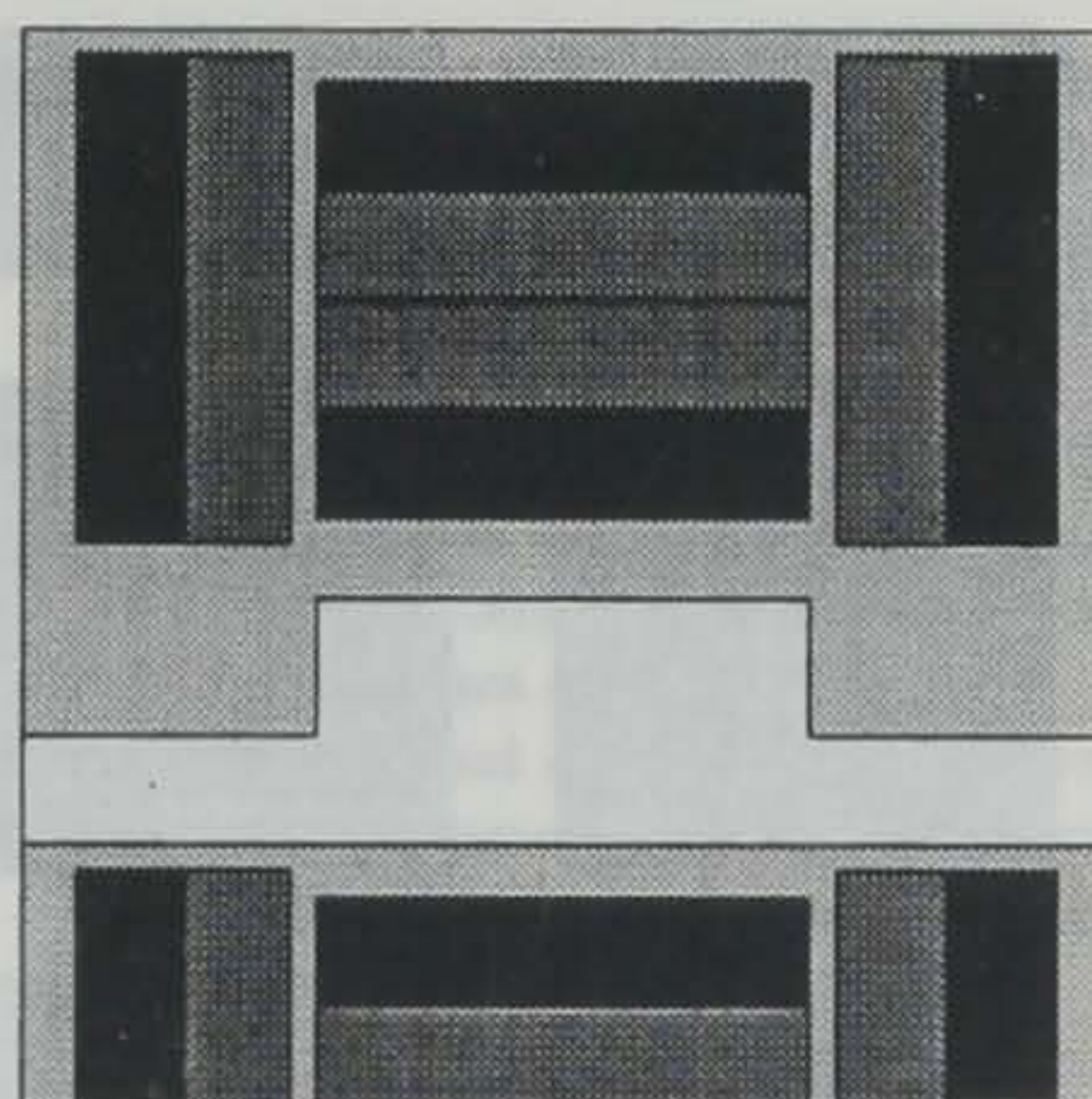
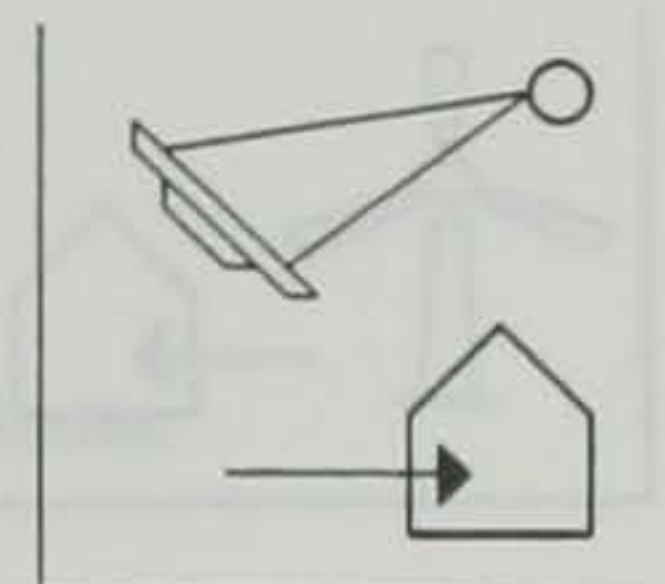
11.1 ZONLICHT OMZETTEN (actieve zonne-energie)

DEZE MAATREGEL BEOOGT met speciale technische middelen zonlicht op te vangen, om te zetten, te distribueren en eventueel op te slaan. Door toepassing van mechanische distributie kan het zonlicht worden opgevangen op plaatsen waar het niet onmiddellijk passief te benutten is. Met name het dakvlak leent zich voor deze "actieve" vorm van zon opvangen. Het dakvlak is het minst belemmerde deel van het buitenoppervlak van de woning en heeft dikwijls bovendien een helling, waardoor per m² 25% meer zon kan worden opgevangen dan op een verticaal vlak. Moest bij het passief opvangen van zon tengevolge van de belemmering op de begane grond veelal rekening worden gehouden met een reductiefactor van ca. 0,75 op het zuiden, voor het dakvlak is die factor zelden lager dan 0,95. Er kunnen vier systemen worden onderscheiden: -de zonneboiler (ZB) -de zonverwarmingsinstallatie (ZVI) -het energiedak -de toepassing van foto-electrische cellen.

De ZB vergt 3 á 6 m² collectoroppervlak, waarmee het gehele jaar een bijdrage wordt geleverd van 1000 tot 1200 kWh aan de tapwaterverwarming. Een ZVI vergt max. 35 m² collectoroppervlak en levert alleen tijdens het stookseizoen een bijdrage van max. 5000 kWh (30 á 40% van de totale verwarmingsbehoefte) aan de huizen tapwaterverwarming. Het "energiedak" wordt toegepast in combinatie met een warmtepompinstallatie die warmte onttrekt aan zonnestraling n buitenlucht. Dit systeem kan daardoor een groter aandeel in de huisverwarming leveren en is minder afhankelijk van zuidorientatie of hellingshoek. Foto-electrische cellen zetten het zonlicht om in electriciteit. Zij zijn echter nog erg duur, en het omzetrendement is laag. Aangezien de ZVI alleen in het stookseizoen werkt, moet met een lagere zonnestand en dus met een steilere hellingshoek gerekend worden (40° á 70°), dan bij de ZB. Deze vangt het gehele jaar zon en kan dus met een flauwere hellingshoek (30° á 60°) toe. De tendens bij de ZVI's is te komen tot een veel kleinere installatie: collectoroppervlak 10 á 15 m². De nadruk ligt dan op warmwaterbereiding en enige ondersteuning van de ruimteverwarming. De woningen waarin deze "overgedimensioneerde zonneboilers" of "tweede generatie ZVI's" zullen worden toegepast zijn zeer goed gesoleerd. Er wordt gesoleerd tot op het niveau waarop de installatie rendeert.

IN DE PROEFVERKADELING is de helft van de woningen met een langskap geschikt voor ZVI (zuidelijk dakschild tussen 40° en 70°) en de helft van de woningen met een dwarskap geschikt voor ZB (zuidelijk dakschild tussen 30° en 60°) uitgevoerd. Bij een dwarskap heeft alleen het bovenste deel van het dakschild een aanvaardbare belemmeringshoek. Dit gedeelte meet bij de referentiewoning-metdwarskap (helling 45°) slechts 17 m² en is dus niet geschikt voor een ZVI, maar wel voor een ZB. Een verkleining van de hellingshoek vergroot het beschreven oppervlak slechts weinig. Deze gemengde opzet met langs- en dwarskappen is gekozen om te doen uitkomen dat - anders dan bij passieve zonne-energie - ook niet-zuid-georienteerde bouwblokken kunnen worden toegepast. Door de zuid-orientatie, de geringe belemmering en de juiste hellingshoek hoeft de optimale zonnewinst in deze verkaveling nauwelijks te worden gereduceerd. Daardoor zal de opbrengst voor de helft van de woningen 1000 kWh en voor de andere helft 5000 kWh kunnen bedragen. De woningen sparen daardoor gemiddeld 3000 kWh, overeenkomend met ruim 350 m³ aardgas per woning gemiddeld.

STEDEBOUWKUNDIG stelt deze maatregel ongeveer dezelfde eisen als passief zon opvangen, maar deze eisen zijn minder stringent. Extra eisen kunnen worden gesteld aan de dakhelling.



1984

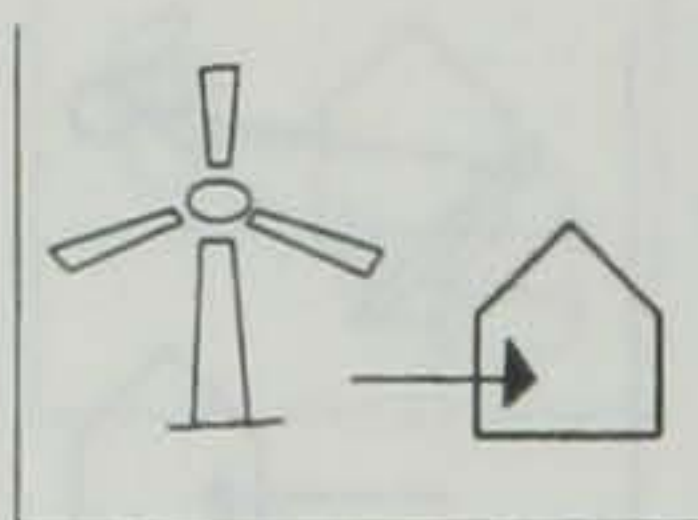
340 Wj

1994-1

1994-2

Winst per woning ten opzichte van de referentiehectare

ZONLICHT OMZETTEN kan 30 á 40% van de woningverwarming en een belangrijk deel van de tapwaterverwarming voor zijn rekening nemen. De maatregel vergt echter ook aanzienlijke investeringen, die tegen de opbrengst moeten worden afgewogen. Actieve zonne-energie biedt meer stedenbouwkundige vrijheid dan passieve zonne-energie.

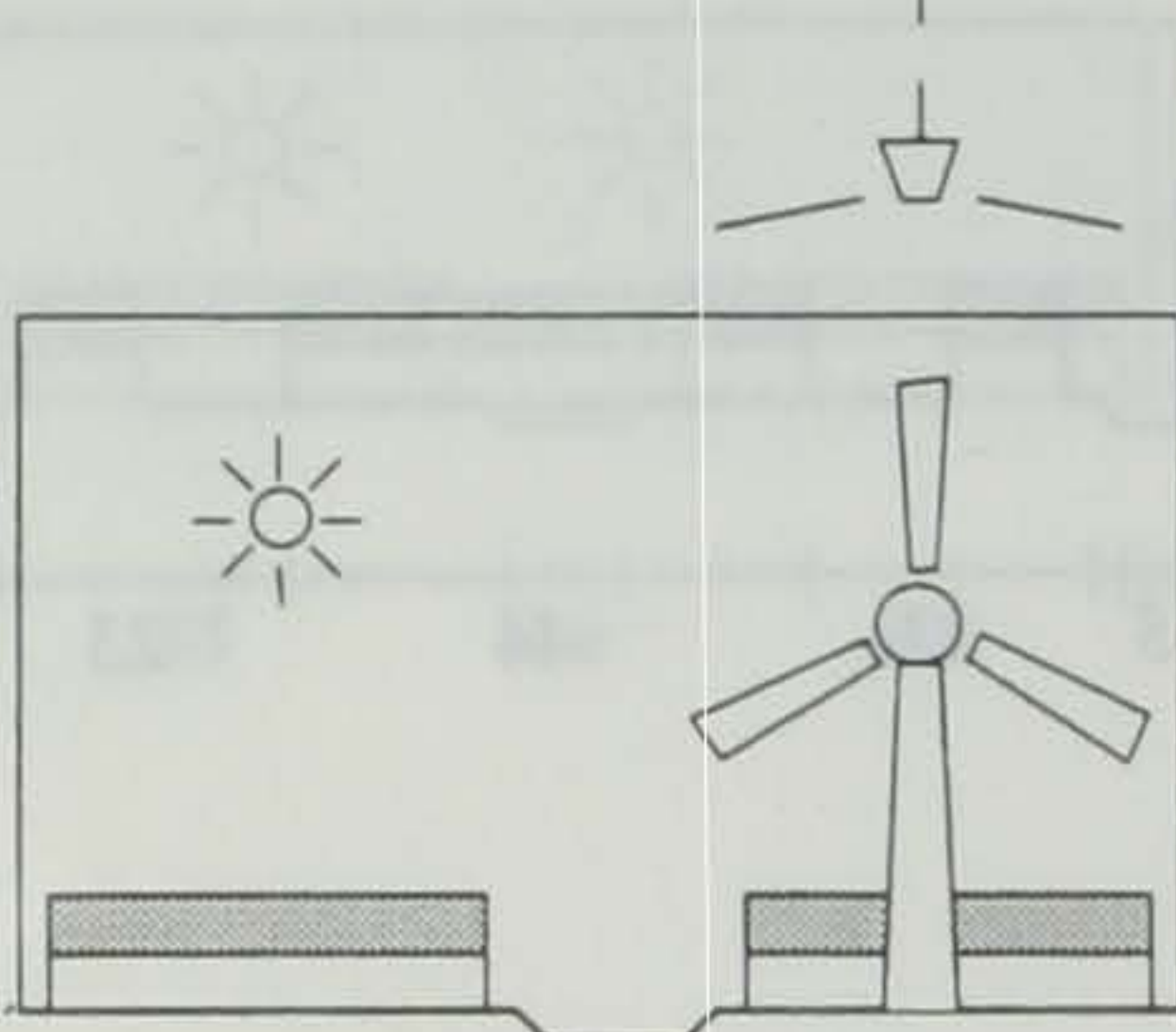
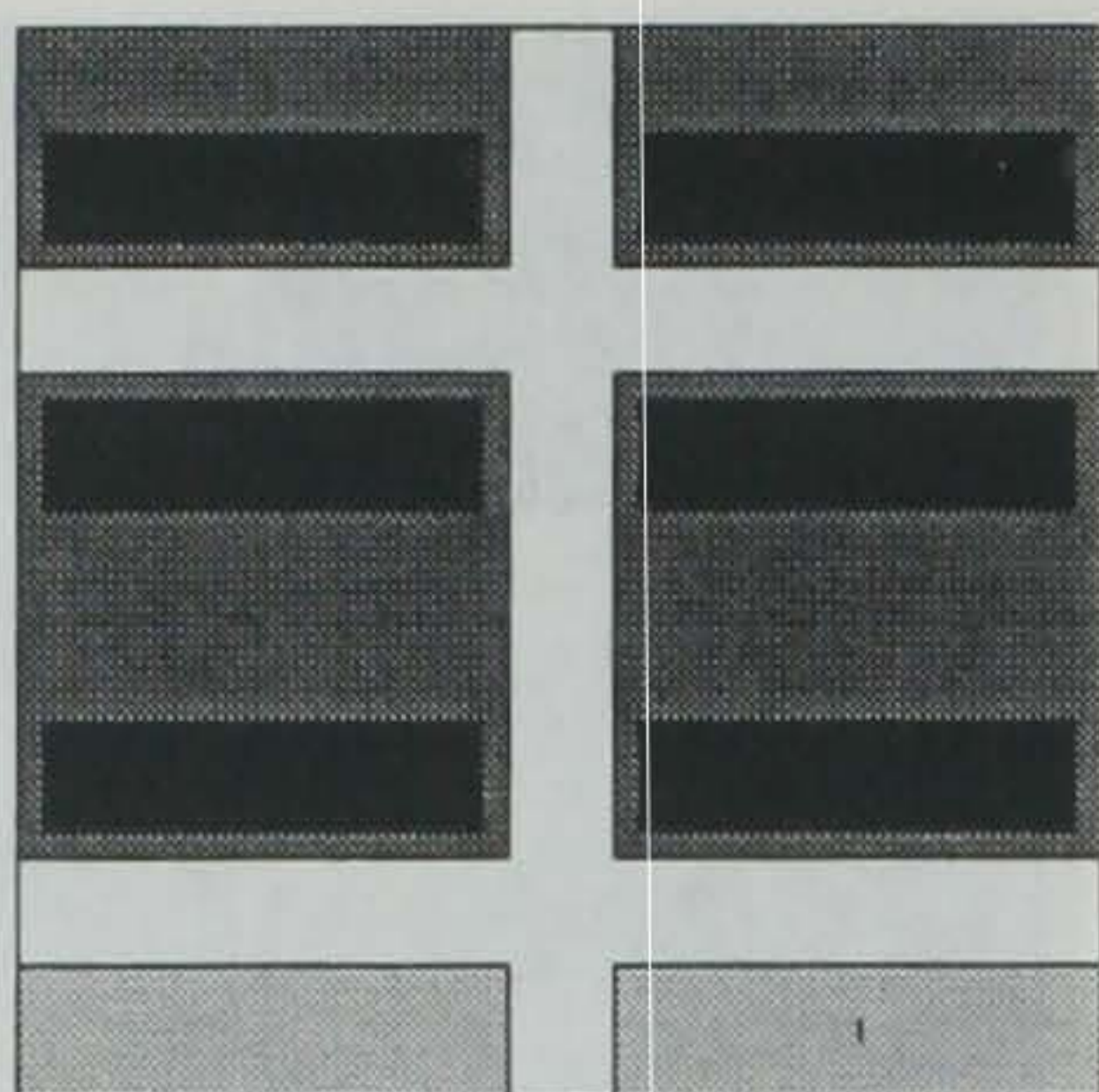


11.

Lokale bronnen benutten door

11.2

WIND- EN WATERKRACHT GEBRUIKEN



DEZE MAATREGEL BEOOGT een bijdrage te leveren in de electriciteitsvoorziening van woningen. De benutting van windenergie voor een bijdrage in de warmteproductie is alleen rendabel door electriciteitsproductie ten behoeve van een warmtepomp. De jaarlijkse electriciteitsvraag voor 48 woningen bedraagt ca 150.000 kWh á ca. fl 0,30 (ca. fl 30.000). Een molen die dit levert zal in de loop van het jaar toch ongeveer de helft moeten terugleveren aan het net, waarvoor slechts een geringe vergoeding wordt ontvangen (ca. fl 0,10), de andere helft zal van het net moeten worden betrokken. Een molen die slechts de helft levert (75.000 kWh) zal nog slechts 1/4 moeten terugleveren, terwijl 3/4 voor eigen gebruik blijft. De totale opbrengt is dan: $56.250 \times 0,20 = 11.250$ $18.750 \times 0,10 = 1.875$ totaal fl 13.125 Het is daarom beter de grootte van de windturbine zodanig te bepalen, dat zij slechts een deel van de electriciteitsbehoefte dekt. Aangezien de geluidproductie van alle molengroottes en -typen thans nog tussen de 90 en 100 dB(A) kan liggen, dient op grond van gangbare geluidsnormen een afstand van 50 á 100 m tot de woonbebouwing in acht genomen te worden. Het visuele effect van windturbines op woningen in de schaduw van de wieken moet eveneens niet worden onderschat. Hinder van deze aard heeft reeds enkele malen tot verplaatsing van de turbine genoodzaakt.

BIJ DE PROEFHECTARE (45 woningen) is op grond van dergelijke overwegingen op enige afstand van de woonbebouwing een turbine met een energieproductie van slechts 75.000 kWh per jaar gekozen. De ashoogte van de molen is bepaald op 2,5 x de nokhoogte (2,5 x 8,33 m) d.w.z. 21 meter. Op de kaart van potentiële windsnelheden is de windsnelheid ter plaatse bepaald op 5 m/s. Op grond hiervan is de vereiste wiekdiameter bepaald op 21 meter.

STEDEBOUWKUNDIG geeft de toepassing van windenergie aanleiding tot een zorgvuldige afweging van de afstand tot de woonbebouwing tegen mogelijke geluidhinder en mogelijke hinder tengevolge van de schaduw van de wieken. Windturbines van de voorgestelde maat vormen voorts sterk beeldbepalende elementen en dienen zorgvuldig in de woonomgeving te worden ingepast. De toepassing van waterkracht is beperkt tot zeer specifieke situaties, die niet tot een algemeen effect kunnen worden gegeneraliseerd.

WINDKRACHT kan een aanzienlijke bijdrage leveren aan de electriciteitsbehoefte van woningen. De molen dient echter bij de huidige geluidsproductie 50 á 100 m buiten de woonbebouwing gesitueerd te worden. Gezien het wisselende windaanbod zal men zonder opslag de turbine op ongeveer de helft van het benodigde vermogen moeten dimensioneren. In dat geval blijft ca. 3/4 van de opgewekte energie voor eigen gebruik beschikbaar, en in deze buurt ligt bij de huidige electriciteitsprijs een economisch optimum.

WATERKRACHT wordt voor een groep van 48 woningen pas interessant wanneer een langskomende waterloop beschikbaar is waarvan het debiet in m³ x het verval in m groter is dan ca. 4. Voor kustlokaties kan de nog niet toegepaste osmotische energie conversie (OEC) reeds interessant zijn bij een debiet van 0,1 m³/s. Verval is daarbij niet nodig.

1984

115 Wj

1994-1

1994-2

Winst per woning ten opzichte van de referentiehectare

WATERKRACHT De dagelijkse electriciteitsbehoefte van 48 woningen bedraagt ca. 4000 kWh. Dit komt overeen met ca. 1500 MJ ofwel de energie die nodig is om 15.000 m³ n meter omhoog te brengen. Bij een terugwinrendement van 50% zou de dagelijkse electriciteitsbehoefte dus kunnen worden opgeslagen in een stuwmeer van 100 x 100 x 30 m en een verval van n meter. Dit is als vorm van opslag derhalve oninteressant. Een beek met een debiet van 4 m³ per seconde en een verval van n meter of een product van beide dat groter is of gelijk aan 4, levert echter gemiddeld over de dag minstens eenzelfde prestatie. Interessanter is een zoetwateruitlaat in zee. Een debiet van 0,06 m³/s zou in een dergelijke lokatie de electriciteit voor 48 woningen kunnen opwekken door de nog nergens toegepaste "osmotische energie conversie" (OEC). Daartoe kunnen in principe dezelfde membraan-modulen worden gebruikt die voor ontziltingsinstallaties zijn ontwikkeld. Ca. 100 membraan-modulen van 1 x 0,20 m stuwen de druk in de daarachter gelegen brakwatertank zo hoog op, dat daaruit ca. 17 kW electriciteit kan worden gewonnen, d.w.z. de benodigde 400 kWh per dag (aangezien daarbij de pieken en fluctuaties in de behoefte buiten beschouwing zijn gelaten, wordt opslag in accu's of vliegwielen voorondersteld). Alternatief is mr produceren en bij geringe behoefte terugleveren aan het net. Dat vereist dan uiteraard een groter zoetwater-debiet.

MONOGRAFIEËN MILIEUPLANNING/SOM

De "Monografieën Milieuplanning/SOM" zijn gemaakt voor verschillende blokken en modules in het onderwijs op de Faculteiten Bouwkunde en Civiele Techniek (Mi5, Mi32). Tenzij anders aangegeven, is Prof.dr.ir. Taeke M. de Jong auteur. De monografieën worden uitgegeven door het Publicatiebureau Bouwkunde van de Faculteit Bouwkunde en zijn (afhankelijk van de blok- of moduleperiode) regelmatig in de Bouwshop van deze Faculteit verkrijgbaar, tenzij nog niet leverbaar of uitverkocht (*). De in enig onderwijsonderdeel verplichte monografieën worden regelmatig herzien, zonder dat de nummering en titel wijzigt. De datum van laatste uitgave is dan niet op het kapt herkenbaar, maar op de titelpagina.

nr.	artnr.	titel (auteur, jaartal)
1	809	Wind weren (1987)
2	902	Milieudifferentiatie (1978/1988)
3	950	Morfologische typologie van netwerken (1988)
4		* Atlasje van regionale verschillen in het grondgebruik (1988)
5		* Milieu-effecten van bouwmaterialen (Van den Broek, 1988)
6	165	Hergebruik van bouwmaterialen, met name baksteen (Gommans, 1989)
7	-	Water en milieu (Tjallingii en Dubbeling, 1990)
8	507	Bestaansvoorwaarden, kleine methodologie voor ontwerpend onderzoek (1991)
9	-	De korrel van het waarnemen en waarmaken (1990)
10	-	Patterns and flows on different urban scales, starting with those of the wind (1989)
11	589	Begroeide daken, vorm, structuur, functie (Ravesloot & Teeuw, 1990)
12	21	Milieu-effecten van geconcentreerd bouwen (Matton, 1992)
13		*Indicatieve lijst milieu-effecten van bouwmaterialen (1991)
14		*Ontwerp-ingrepen op de hectare en hun energie-effect (1992)
15	16	Boundaries of culture (1992)
16	-	*Deblokkerende toekomstbeelden (1992)
17		*2002 (1993)
18	446	Indicatief ruimtelijk beeld (De Jong en Frieling, 1993)
19		Ecologie in de stad (Mergler, 1994)
20	1008	Inleiding technische ecologie en milieuplanning
21	1055	Abiotische variatie (De Jong en Moens)
22	1056	Biotische variatie (De Jong en Moens)
23	1009	Culturele variatie
24	1057	Populatie en habitat van mensen (De Jong en Van Eck)
25		*Energie, water en mineralen
26	1088	Milieuproblemen
27	1058	Milieuhygiëne
28	1059	Effectanalyse (De Jong en Van Eck)
29	1108	Beleidsplannen
30	465	Bestuurlijk/juridische aspecten (mr. L. Schutte-Postma, mr. S. Biesheuvel-Roosenburg)
31		*Natuurtechniek (prof. Chris G. van Leeuwen, 1992)
32		*Stadsecologie

33		*Passief hergebruik (Sita van der Meulen, 1993)
34	969	Milieu-analyse
35		*Ontwerpend onderzoek
36		*Legenda-analyse
37		Bodemverontreiniging (Moens, 1995)
38		*Rampen en calamiteiten (Moens, 1995)
39		*Transformaties in het getekende ontwerp en hun effect (diesrede 1995)
40		*Integraal ontwerpen (Kristinsson, 1995)
41		*Duurzame economie (De Noord, 1995)
42		Duurzaam gebruik van bouwmaterialen (v.d. Dobbelsteen, 1994)
43		*Bouw- en sloopafval
44		*Demontagetechnologie
50		Ecologisch Bouwen (Duijvestein, 1993)
60		* Landschapanalyse (Moens, 1995)
61		* Verkavelingen in het landelijk gebied (Moens, 1995)
62		* Verkavelingen in het stedelijk gebied (De Jong en Moens, 1996)
63		* Bouwrijpmaken voor bouwkundigen 1 (Moens, 1996)
64		* Bouwrijpmaken voor bouwkundigen 2 (Bekkering, Moens, 1996)
65		* Oppervlaktewater (Moens, 1996)
66		* Klimatologische variatie (Moens, 1997)
67		* Ecologische infrastructuur (Moens, 1997)
68		* Kaarten maken (Moens, 1997)
69		Remote sensing (Moens, 1993)
70		* Regionale modellen (Klaasen, 1995)
80		* Systematische expertise (Boelen, 1995)

De nummers 20 t/m 25, 31 en 32 vervangen de oude diktaten Technische ecologie (Bk117), de nummers 20, 26 t/m 30 Milieuplanning (Bk118, Mi5) ten behoeve van het blok- en module-onderwijs. Het materiaal is daardoor verdeeld over kleinere studeerbare eenheden ter grootte van een hoofdstuk. Het is ten opzichte van de oude diktaten geactualiseerd en zal voortaan per deel verder geactualiseerd worden. Monografie 20 "Inleiding technische ecologie en milieuplanning" vormt een theoretische inleiding en overzicht op dit gedeelte van de serie. De monografieën 40 t/m 49 worden verzorgd door de leerstoel Milieutechnisch ontwerpen (Kristinsson) van de vakgroep Bouwtechnologie, de monografieën 50 t/m 59 door de leerstoel milieutechnisch ontwerpen (Duijvestein) van de vakgroep Stedebouw.

