

handleiding voor
energiebesparing bij
verbetering van
vooroorlogse gestapelde woningen



RENOVATIE
EN

ENERGIEBESPARING
ENERGIEBESPARING



2279 1121

1078014 Bk mg

Renovatie en Energiebesparing

Bibliotheek TU Delft



C 1878817

2279
112
1

Renovatie en Energiebesparing

Handleiding voor energiebesparing bij verbetering van
vooorlogse gestapelde woningen



Colofon

Deze publicatie is tot stand gekomen dankzij een financiële bijdrage van het Ministerie van Economische Zaken in het kader van het onderzoek- en demonstratieprogramma Energiebesparing in de Gebouwde Omgeving.

Dit programma wordt beheerd door NOVEM, Nederlandse Maatschappij voor Energie en Milieu B.V. te Sittard. Het projectnummer van de publicatie is 61.22-022.10.

Samenstellers zijn medewerkers van het architectenbureau **S&S architecten te Delft**:

- A.C. van Eijck
- Ir. T.J. Sniijders
- M.P.H. Raaijmakers (illustraties)

- Ir. Anke van Hal (freelance journaliste)

De begeleidingscommissie werd gevormd door:

- H.G. Slijpen (NOVEM/Sittard)
- Ir. W.C.T. Berns (NCIV/Ede)
- Ir. C.A.J. Duijvestein (TU/Delft)
- Prof. Dipl. Ing. J. Rosemann (TU/Delft)
- Ir. E. Israels (BOOM)

Uitgegeven door

Delftse Universitaire Pers
Stevinweg 1, 2628 CN Delft
Telefoon 015-783254
Fax 015-781661

Omslagontwerp

A.C. van Eijck

CIP-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, DEN HAAG

Eijck, A.C. van

Renovatie en energiebesparing : handleiding voor energiebesparing bij verbetering van vooroorlogse gestapelde woningen / A.C. van Eijck, T.J. Sniijders ; [ill. M.P.H. Raaijmakers]. - Delft : Delftse Universitaire Pers. - III.

Met index, lit. opg.

ISBN 90-6275-679-4

NUGI 837

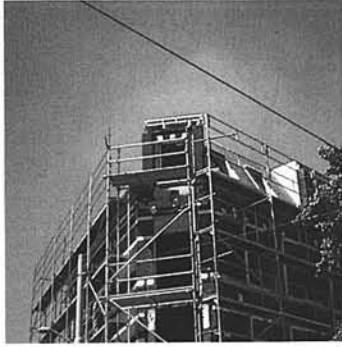
Trefw.: renovatie en energiebesparing.

Delft, 1 december 1990

NOVEM en de daaronder ressorterende afdelingen, diensten en personen aanvaarden geen enkele aansprakelijkheid, uit welke hoofde dan ook, voor het gebruik van de in deze publikatie vermelde onderzoeksresultaten en het toepassen van de daarin beschreven gegevens, methodieken en constructies. Eenieder is en blijft derhalve te dien aanzien volledig zelf aansprakelijk.

© 1990 Delftse Universitaire Pers

Niets van deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotocopie, microfilm of op welke wijze dan ook, hetzij elektronisch, hetzij mechanisch, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.



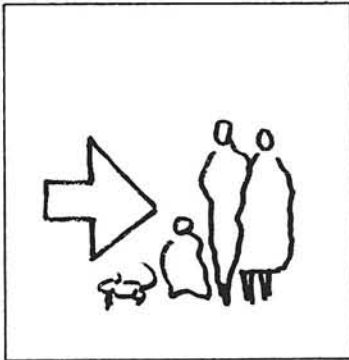
Inleiding

De milieuproblematiek staat weer in het middelpunt van de belangstelling. Na de verschijning van de nota "Zorgen voor Morgen", het Brundtland-rapport en het Nationaal Milieubeleidsplan is het besef van een dreigende milieuramp tot een groot deel van de Nederlandse bevolking doorgedrongen. Op vele fronten worden plannen be- raamd en stappen ondernomen om de milieuverontreiniging een halt toe te roepen. Vooral de overheden doen hun uiterste best met stimulerende subsidies of dwingen- de wetten de bevolking milieubewust te maken.

Energiebesparing vormt in de strijd tegen de milieuverontreiniging een belangrijk wa- pen. Want door energie te besparen kunnen minstens twee grote milieuproblemen bestreden worden: de uitputting van fossiele brandstoffen en de uitstoot van schade- lijke verbrandingsgassen. Deze uitstoot is in grote mate verantwoordelijk voor het broeikas- effect.

Aan de bouw- wereld is in de energiebesparingsplannen een grote rol toegekend. Met name waar het de woningbouw betreft, want "wonen" vormt vooralsnog één van de meest energieverslindende activiteiten.

Het energieverbruik in nieuw- én bestaande bouw moet teruggedrongen worden en het is de taak van architecten en andere betrokkenen dit te verwezenlijken.



De handleiding "Renovatie en Energiebesparing" heeft het streven architecten en andere betrokkenen bij de bouw bij hun veranderende taak te helpen. Renovatie stelt andere eisen aan energiebesparing dan nieuwbouw. En renovatie van vooroorlogse woningen stelt weer andere eisen dan renovatie van meer recente bouw. Omdat over deze specifieke eisen vooralsnog weinig geschreven is én omdat renovatie een groot deel van de bouwactiviteiten omvat, is als onderwerp van deze handleiding de reno- vatie van vooroorlogse panden gekozen.

Inhoudsopgave

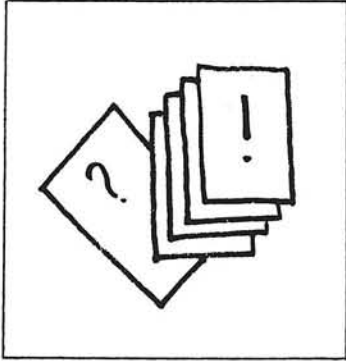
hoofdstuk 1	pagina
Renovatie van vooroorlogse gestapelde woningbouw	1
1.1. Wat is renovatie	1
1.1.1. Renovatie; de begripsverklaring	1
1.1.2. Renovatie; de financiering	2
1.1.3. Renovatie; de bouwtechnische en organisatorische randvoorwaarden	6
1.1.4. Renovatie; de werkwijze	7
1.2. Om welke woningen gaat het?	10
1.2.1. Vooroorlogse woningbouw; de bouwtijd	10
1.2.2. Vooroorlogse woningbouw; de kwantiteit	11
1.3. Hoe is het met de renovatie van vooroorlogse gestapelde woningbouw gesteld?	13
1.4. Samenvatting	14
hoofdstuk 2	
Wat is energiebesparen (bij woningbouw)?	16
2.1. Algemeen	16
2.2. De energiebalans	16
2.2.1. Stookbehoefte (S)	17
2.2.2. Zonbenutting (Z)	17
2.2.3. Interne warmteproductie (I)	18
2.2.4. Ventilatieverlies (V)	18
2.2.5. Transmissieverlies (T)	18
2.3. De behaaglijkheidscriteria	18
2.3.1. De luchttemperatuur	19
2.3.2. De temperatuurgrediënt	19
2.3.3. De stralingstemperatuur	19
2.3.4. De aanwezigheid van thermische massa	20
2.3.5. De luchtverversing	20
2.3.6. De lichtsnelheid	21
2.3.7. De relatieve vochtigheid	21
2.3.8. De bezonning	21
2.4. Samenvatting	21
hoofdstuk 3	
Renovatie en energiebesparing	23
3.1. Op welk niveau kan bij renovatie energie worden bespaard?	23
3.2. Hoe wordt energiebesparing bij renovatie gefinancierd?	24
3.2.1. Het toepassen van maatregelen die geen extra investering vragen	24
3.2.2. Het toepassen van rendabele maatregelen	24
3.2.3. Het toepassen van onderhoudsarme maatregelen	25
3.2.4. Het gebruik maken van subsidies	25
3.3. Hoe kunnen verhuurders, huurders en eigenaar/bewoners tot energiebesparing worden aangezet?	26
3.3.1. Het aanzetten tot toepassing van energie-besparende maatregelen	26
3.3.2. Het aanzetten tot energiebewust gedrag	26
3.4. Hoe wordt energiebesparing ingepast in het planproces?	27
3.5. Samenvatting	28
hoofdstuk 4	
Stedebouwkundig ontwerp	30
4.1. Algemeen	30
4.2. Benutting zonneënergie	30
4.2.1. De oriëntatie	30
4.2.2. De belemmering	30
4.3. Beperking ventilatieverliezen	33

4.3.1.	De oriëntatie	34
4.3.2.	De locatie	34
4.3.3.	De gebouwworm	35
4.3.4.	De ontsluiting	36
4.4.	Beperking transmissieverliezen	36
4.4.1.	Het specifieke buitenoppervlak	36
4.4.2.	Wind	39
4.5.	Samenvatting	39
hoofdstuk 5		
Differentiatie en ontsluiting		41
5.1.	Algemeen	41
5.1.1.	De differentiatie	41
5.1.2.	De ontsluitingsvorm	44
5.2.	Benutting zonneënergie	45
5.3.	Beperking ventilatieverliezen	45
5.4.	Beperking transmissieverliezen	45
5.4.1.	Het aanbrengen van buffers	45
5.4.2.	Het scheiden van ruimten met verschillende warmtebehoeften	46
5.5.	Samenvatting	46
hoofdstuk 6		
Plattegrond		47
6.1.	Algemeen	47
6.2.	Benutting zonneënergie	47
6.2.1.	Vertrekken met grote warmtevraag op de zonzijde situeren	47
6.2.2.	Vertrekken met kleine warmtevraag op de niet-zonzijde situeren	47
6.3.	Beperking ventilatieverliezen	48
6.3.1.	Bewust ventileren	48
6.3.2.	Onbewust ventileren	48
6.4.	Beperking transmissieverliezen	48
6.4.1.	Het aanbrengen van buffers (zonen)	49
6.4.2.	Het scheiden van ruimten met verschillende warmtebehoeften (compartimenten)	49
6.5.	Samenvatting	50
hoofdstuk 7		
Bouwtechniek		52
7.1.	Algemeen	52
7.2.	Benutting zonneënergie	52
7.2.1.	Passieve zonneënergiesystemen (PZE)	62
7.2.2.	Actieve zonneënergiesystemen (AZE)	62
7.2.3.	Hybride zonneënergiesystemen (HZE)	62
7.3.	Beperking ventilatieverliezen	63
7.3.1.	Bewuste ventilatie	63
7.3.2.	Onbewuste ventilatie	64
7.4.	Beperking transmissieverliezen	66
7.4.1.	De invloed van isolatie op het transmissieverlies	66
7.4.2.	De wijze van isoleren	68
7.4.3.	Het voorkomen van vochtproblemen	79
7.5.	Samenvatting	83
hoofdstuk 8		
Installatietechniek		87
8.1.	Algemeen	87
8.1.1.	Installaties voor de renovatie	87
8.1.2.	“Standaard”-installaties bij renovatie	87
8.2.	Collectieve installatiesystemen	88
8.2.1.	Collectieve ventilatie	88
8.2.2.	Collectieve ruimteverwarming	88

8.2.3.	Collectieve tapwatervoorziening	89
8.3.	Individuele systemen	90
8.3.1.	Individuele ventilatie	90
8.3.2.	Individuele ruimteverwarming	93
8.3.3.	Individuele tapwatervoorziening	105
8.4.	Samenvatting	108

Bijlagen

1.	Verklarende woordenlijst	111
2.	Gegevens betreffende de energieberekening	116
3.	Lijst van eenheden, symbolen en omrekeningswaarden	118
4.	Kwaliteit van van de vooroorlogse gestapelde woningbouw	119
5.	Literatuurlijst	123
6.	Alfabetische index	126



Leeswijzer

Deze publicatie heeft als doel diegenen die betrokken zijn bij renovatie van vooroorlogse gestapelde woningbouw op de hoogte te stellen van de noodzaak en mogelijkheden van energiebesparing in hun projecten. Dit boek moet worden beschouwd als handleiding waarnaar tijdens het plan- en ontwerpproces, regelmatig kan worden teruggegrepen.

De genoemde bedragen in deze handleiding zijn, tenzij anders is vermeld, gebaseerd op de bouwkosten, prijspeil 1989, inclusief opslagen en exclusief BTW. Doordat de genoemde waarden in de meeste gevallen projectgebonden zijn biedt vergelijking van de waarden onderling niet altijd een waarheidsgetrouw beeld.

De complexiteit en hoeveelheid van de te behandelen stof vraagt om een overzichtelijke indeling en een groot opzoekgemak.

indeling

Vanwege de genoemde complexiteit en hoeveelheid van de stof én om aan te sluiten op de beroepspraktijk is gekozen voor een indeling naar schaalniveau (van grootschalig naar kleinschalig) en een vaste hoofdstukindeling gebaseerd op energiebalans (1. benutting zonneënergie, 2. beperking ventilatieverliezen, 3. beperking transmissieverliezen). Hieraan vooraf gaan drie hoofdstukken begripsbepaling en het geheel wordt afgesloten met een hoofdstuk over de installatietechnische mogelijkheden en een aantal bijlagen (waaronder een verklarende woordenlijst).

De inhoud van de hoofdstukken;

hoofdstuk 1: renovatie van vooroorlogse gestapelde woningbouw

Dit hoofdstuk dient als verklaring voor de begrippen "renovatie", "vooroorlogse gestapelde woningbouw" en "renovatie bij vooroorlogse gestapelde woningbouw".

hoofdstuk 2: energiebesparing in woningbouw

Dit hoofdstuk behandelt de basis van energiebesparing: de energiebalans en de behaaglijkheidscriteria.

hoofdstuk 3: renovatie en energiebesparing

Dit hoofdstuk brengt hetgeen in de eerste twee hoofdstukken werd besproken met elkaar in relatie.

hoofdstukken 4, 5, 6 en 7

Deze hoofdstukken behandelen de praktijk van energiebesparing bij renovatie, achtereenvolgens het stedenbouwkundig ontwerp (hoofdstuk 4), de differentiatie en ontsluiting (hoofdstuk 5), de plattegrond (hoofdstuk 6) en de bouwtechniek (hoofdstuk 7). De indeling van de hoofdstukken is identiek en is gebaseerd op de, in hoofdstuk 2 besproken, energiebalans. De indeling is als volgt:

- algemeen
- benutting zonneënergie
- beperking ventilatieverlies
- beperking transmissieverlies

hoofdstuk 8: installatietechniek

Dit hoofdstuk biedt een overzicht van hetgeen op installatiegebied mogelijk is en zet de consequenties en de voor- en nadelen van de verschillende systemen op een rijtje. Achtereenvolgens worden bij collectieve en individuele systemen de mogelijkheden besproken van:

- ventilatie
- ruimteverwarming
- tapwatervoorziening

opzoeken

Bij een handleiding als deze is het opzoekgemak van groot belang. Dit boek biedt daartoe een aantal mogelijkheden:

- **de inhoudsopgave voorin het boek**
De inhoudsopgave biedt een totaal overzicht van de hoofdstukken en hun globale inhoud, voorzien van paginanummering.
- **het schematische overzicht van deze leeswijzer**
- **de samenvatting achter elk hoofdstuk**
Elk hoofdstuk is voorzien van een samenvatting. De volgorde van bespreking in het hoofdstuk komt overeen met die in de samenvatting. Aan de hand van de samenvatting kan meer gedetailleerde informatie in het hoofdstuk worden opgezocht.
- **de alfabetische index achterin het boek**
Hierin staan de alfabetische volgorde, voorzien van paginanummers, de onderwerpen gerangschikt die in de handleiding ter sprake komen.

schematisch overzicht inhoud

hoofdstuk 1

Renovatie van vooroorlogse gestapelde woningbouw

- 1.1. Wat is renovatie?
 - 1.1.1. Renovatie; de begripsverklaring
 - A. laag-niveau-renovatie
 - B. midden-niveau-renovatie
 - C. hoog-niveau-renovatie
 - 1.1.2. Renovatie; de financiering
 - A. onderhoudsreservering
 - B. verbeteringssubsidies
 - subsidies voor verhuurders
 - subsidies voor eigenaar/bewoners
 - subsidies voor verhuurders en eigenaar/bewoners
 - C. huurverhoging
 - 1.1.3. Renovatie; de bouwtechnische en organisatorische randvoorwaarden
 - A. randvoorwaarden met betrekking tot subsidieverstrekking
 - B. stedenbouwkundige randvoorwaarden
 - C. woontechnische en woonmaatschappelijke randvoorwaarden
 - D. bouwtechnische randvoorwaarden
 - E. installatietechnische randvoorwaarden
 - F. exploitatietechnische randvoorwaarden
 - 1.1.4. Renovatie; de werkwijze
 - fase 1: de voorbereidingsfase
 - fase 2: een onderzoek naar de bestaande toestand
 - fase 3: het voorlopige ontwerp
 - fase 4: het definitief ontwerp
 - fase 5: de besteksfase
 - fase 6: de aanbestedingsfase
 - fase 7: de uitvoeringsfase
 - fase 8: de woningtoewijzing en bewoning
- 1.2. Om welke woningen gaat het?
 - 1.2.1. Vooroorlogse gestapelde woningbouw; de bouwtijd
 - 1.2.2. Vooroorlogse gestapelde woningbouw; de kwantiteit kwaliteit en beheersvorm
 - 1.2.3. Vooroorlogse gestapelde woningbouw; de kwaliteit
 - A. sociale verhuurders
 - B. particuliere verhuurders
 - C. eigenaar/bewoners
- 1.3. Hoe is het met de renovatie van vooroorlogse gestapelde woningbouw gesteld?
- 1.4. samenvatting

hoofdstuk 2

Wat is energiebesparing (bij woningbouw)?

- 2.1. algemeen
- 2.2. de energiebalans
 - 2.2.1. de stookbehoefte
 - 2.2.2. de zonbenutting
 - A. met passieve zonneënergiesystemen (PZE)
 - B. met actieve zonneënergiesystemen (AZE)
 - C. met hybride zonneënergiesystemen (HZE).
 - 2.2.3. de interne warmteproductie;
 - 2.2.4. het ventilatieverlies;
 - 2.2.5. het transmissieverlies.
- 2.3. de behaaglijkheidscriteria.
 - 2.3.1. de luchttemperatuur;
 - 2.3.2. de temperatuurgradiënt;
 - 2.3.3. de stralingstemperatuur;
 - 2.3.4. de aanwezigheid van thermische massa;
 - 2.3.5. de luchtverversing;
 - 2.3.6. de lichtsnelheid;
 - 2.3.7. de relatieve vochtigheid;
 - 2.3.8. de bezonning.
- 2.4. samenvatting

hoofdstuk 3

Renovatie en energiebesparing

- 3.1. op welk niveau kan bij renovatie energie worden gespaard?
- 3.2. hoe wordt energiebesparing bij renovatie gefinancierd?
 - 3.2.1. toepassen van maatregelen die geen extra investering vragen.
 - 3.2.2. toepassen van rendabele maatregelen.
 - 3.2.3. toepassen van onderhoudsarme maatregelen.
 - 3.2.4. gebruik maken van subsidies.
- 3.3. hoe kunnen verhuurders, huurders en eigenaar/bewoners tot energiebesparing worden aangezet?
 - 3.3.1. aanzetten tot toepassing van energiebesparende maatregelen.
 - 3.3.2. aanzetten tot energiebewust gedrag.
 - A. energiebesparing-stimulerende maatregelen in het ontwerp;
 - B. het treffen van bewonersonafhankelijke maatregelen;
 - C. voorlichting.
- 3.4. hoe wordt energiebesparing ingepast in het planproces?
 - fase 1: programma van eisen;
 - fase 2: onderzoek bestaande toestand;
 - fase 3: schetsontwerp;
 - fase 4: definitief ontwerp;
 - fase 5: besteksfase;
 - fase 6: aanbestedingsfase;
 - fase 7: uitvoering;
 - fase 8: bewoning.
- 3.5. samenvatting

hoofdstuk 4

stedebouwkundig ontwerp

- 4.1. algemeen
- 4.2. benutting zonneënergie.
 - 4.2.1. de oriëntatie;
 - 4.2.2. de belemmering;
 - A. door gebouwen;
 - B. door beplanting.

- 4.3. beperking ventilatieverlies.
 - 4.3.1. de oriëntatie;
 - 4.3.2. de locatie;
 - 4.3.3. de gebouwworm.
 - A. ontstaan winddrukverschillen en windwervelingen
 - een plotseling verschil in bouwhoogte;
 - openingen in het bouwblok;
 - een slechte windgeleiding.
 - B. voorkomen winddrukverschillen en wervelingen
 - aanpassen gebouwworm;
 - toevoegen gebouwdelen.
 - 4.3.4. de ontsluiting
- 4.4. beperking transmissieverlies
 - A. stapelen;
 - B. schakelen;
 - C. voorkomen gevelsprongen.
 - door het slopen van verwarmde aanbouwen;
 - door het aanpassen van verwarmde aanbouwen;
 - door het afsluiten van holten in de gebouwworm;
 - door het concentreren van nieuwe aanbouwen;
 - door het verdiepen van de woning.
 - 4.4.2. wind
- 4.5. samenvatting

hoofdstuk 5 differentiatie en ontsluiting

- 5.1. algemeen
 - 5.1.1. de differentiatie
 - 5.1.2. de ontsluitingsvorm
 - A. toegang aan de straat;
 - B. galerij;
 - C. portiek.
 - geheel inpandig portiek;
 - inpandig portiek aan de gevel;
 - geheel uitpandig portiek;
 - gedeeltelijk inpandig portiek.
- 5.2. benutting zonneënergie.
- 5.3. beperking ventilatieverlies.
- 5.4. beperking transmissieverlies
 - 5.4.1. het aanbrengen van buffers
 - 5.4.2. het scheiden van ruimten met verschillende warmtebehoefte
- 5.5. samenvatting

hoofdstuk 6 plattegrond

- 6.1. algemeen
- 6.2. benutting zonneënergie.
 - 6.2.1. ruimten met een grote warmtevraag op de zonzijde situeren
 - 6.2.2. ruimten met een kleine warmtevraag op de niet-zonzijde situeren
- 6.3. beperking ventilatieverlies.
 - 6.3.1. bewust ventileren
 - 6.3.2. onbewust ventileren (infiltratie)
- 6.4. beperking transmissieverlies
 - 6.4.1. het aanbrengen van buffers (zoneren);
 - A. tochtal/toegangsportaal;
 - B. dichtzetten loggia/serre;
 - 6.4.2. het scheiden van ruimten met verschillende warmtebehoefte (compartimenteren).

- A. woon/werkvertrekken-verkeersruimten;
- B. woonvertrek-slaapvertrekken;
- C. woonvertrek-keuken.
 - gesloten keuken;
 - gesloten eetkeuken;
 - open keuken.

6.5. samenvatting

hoofdstuk 7

bouwtechniek

7.1. algemeen

7.2. benutting zonneënergie

7.2.1. passieve zonneënergiesystemen (PZE)

A. PZE met glas

- het principe van benutting
- factoren die de energiebenutting beïnvloeden
 - a. de hoeveelheid zonnewarmte die op het glasvlak valt
 - b. de hoeveelheid warmte die door het glas wordt doorgelaten
 - c. de hoeveelheid verloren warmte door transmissie en ventilatie
 - d. het benuttingspercentage
 - e. het gewenste comfort
- te treffen maatregelen
 - a. vergroten ramen op de zonzijde
 - b. verkleinen van ramen op de niet-zonzijde
 - c. wijzigen van glassoort
 - dubbel glas
 - spectraal selectief glas
 - d. wijzigen raamopbouw
 - plaatsen van voorzetramen
 - vergroten luchtspouw tot bruikbare ruimte (serre)
 - serre; een gesloten systeem
 - serre; een open systeem
 - dichtzetten van een loggia
 - e. aanbrengen nachtijsolatie
 - buitenluiken
 - rolluiken
 - klappuiken
 - binnenluiken
 - gordijnen
 - vitrage
 - f. voorkomen oververhitting

B. PZE met massa

C. PZE met een combinatie van glas en massa

- gesloten systeem
 - a. de thermosyphonwand
 - b. de trombewand
- open systeem
 - a. de klimaatgevel
 - b. buitenspouwblad enkel glas, binnenspouwblad massieve wand

7.2.2. actieve zonneënergiesystemen (AZE)

7.2.3. hybride zonneënergiesystemen (HZE)

7.3. beperking ventilatieverlies

7.3.1. bedoelde ventilatie

- A. het creëren van goede ventilatiemogelijkheden
 - natuurlijke ventilatie
 - mechanische ventilatie
- B. het geven van voorlichting aan bewoners

- 7.3.2. A. gemiddelde woningtemperatuur
- B. ventilatie- en stookgedrag
- C. oriëntatie op de windrichting
- D. woningontwerp
- E. kierdichting
 - bij draaiende delen
 - bij bouwkundige aansluitingen
 - bij binnendeuren wanneer buffers zijn aangebracht
- F. ventilatiesysteem
- 7.4. beperking transmissieverlies
 - 7.4.1. de invloed van isolatie op het transmissieverlies
 - A. de warmtedoorgangscoefficient (u);
 - B. de warmtegeleidingscoefficient (λ) en de dikte van het materiaal (d);
 - 7.4.2. de wijze van isoleren
 - A. de gevel;
 - massief gemetselde gevels;
 - a. binnenisolatie;
 - b. buitenisolatie.
 - gemetselde gevels met spouwmuren;
 - a. buitenspouwblad;
 - b. spouw;
 - c. isolatiemateriaal;
 - d. binnenspouwblad.
 - samengestelde gevels.
 - a. houtskeletbouw;
 - b. sandwichpanelen
 - B. het dak;
 - platte daken;
 - a. de bestaande dakvloer blijft gehandhaafd;
 - b. de voormalige zolder- of woonvloer wordt dakvloer;
 - c. de dakvloer wordt nieuw aangebracht;
 - d. er is sprake van een dakterras.
 - hellende daken;
 - a. prefab-dakelementen;
 - b. gespoten PUR, PS of minerale wol.
 - C. de vloeren;
 - begane grondvloeren;
 - a. houten vloeren;
 - b. steenachtige vloeren.
 - de bestaande betonvloer blijft gehandhaafd;
 - er wordt een nieuwe betonvloer aangebracht.
 - de betonvloer ligt op grondslag;
 - de betonvloer is vrijdragend.
 - woningscheidende vloeren;
 - verdiepingscheidende vloeren in de woning.
 - D. de wanden;
 - woningscheidende wanden;
 - a. van steens metselwerk;
 - b. van houtskeletbouw.
- 7.4.3. het voorkomen van vochtproblemen
 - A. woonvocht;
 - gecondenseerde waterdamp
 1. voorkomen door voorkomen van koudebruggen
 2. voorkomen door zorgdragen voor goede thermische en hygrische opbouw van de constructie;
 3. voorkomen door beperken van woonvocht;
 4. voorkomen door beperken temperatuurverschillen in de woning.
 - B. bodemvocht;

C. doorslaand vocht (regen);

D. bouwvocht.

7.5. samenvatting

hoofdstuk 8

Installatietechniek

8.1. algemeen

8.1.1. installaties voor de renovatie;

8.1.2. "standaard"-installaties bij renovatie

8.2. collectieve installatiesystemen

8.2.1. collectieve ventilatie

○ energiebesparing

○ voordelen

○ nadelen

8.2.2. collectieve ruimteverwarming

A. blokverwarming

○ energiebesparing

1. een HR-ketel

2. een warmtekrachtcentrale

3. een warmtepomp

○ voordelen

○ nadelen

B. stadsverwarming

○ energiebesparing

8.2.3. tapwatervoorziening

○ energiebesparing

○ nadelen

8.3. individuele systemen

8.3.1. individuele ventilatie

A. natuurlijk

○ energiebesparing

○ voordelen

○ nadelen

B. mechanisch

- mechanische afvoer en natuurlijke aanvoer van de lucht

○ energiebesparing

○ voordelen

○ nadelen

- mechanische afvoer en aanvoer van lucht

○ energiebesparing

- warmteterugwinning

○ voordelen

○ nadelen

8.3.2. individuele ruimteverwarming

A. lokale ruimteverwarming

- gashaarden

○ energiebesparing

○ voordelen

○ nadelen

- gevelkachels

○ energiebesparing

○ voordelen

○ nadelen

- elektrische verwarming

B. centrale ruimteverwarming

- het verbrandingstoestel

a. de wijze van aanvoer van verbrandingslucht

- open systeem

- gesloten systeem

- b. het rendement
 - conventionele ketels
 - conventionele ketels met verbeterd rendement
 - hoog-rendementketels
- c. de bestemming van de opgewekte warmte
 - het transportmedium en warmteafgiftesysteem
- a. water
 - radiatorenverwarming
 - energiebesparing
 - voordelen
 - nadelen
 - vloerverwarming
 - combinatie radiatoren/convectoren
 - energiebesparing
 - voordelen
 - nadelen
- b. lucht
 - luchtverwarming (met warmteterugwinning)
 - energiebesparing
 - voordelen
 - nadelen

8.3.3. individuele tapwatervoorziening

- A. doorstroomtoestellen
 - keukengeiser
 - energiebesparing
 - voordelen
 - nadelen
 - badgeiser
 - energiebesparing
 - voordelen
 - nadelen
- B. voorraadtoestellen
 - gasgestookte boilers
 - energiebesparing
 - voordelen
 - nadelen
 - elektrische boiler
 - energiebesparing
 - voordelen
 - nadelen
 - zonneboiler
 - energiebesparing
 - voordelen
 - nadelen
 - warmtepompboiler
- C. combiketels
 - energiebesparing
 - voordelen
 - nadelen

8.4. samenvatting

Bijlagen

1. Verklarende woordenlijst
2. Gegevens betreffende de energieberekening
3. Lijst van eenheden, symbolen en omrekeningwaarden
4. Kwaliteit van de vooroorlogse gestapelde woningbouw
5. Literatuurlijst
6. Alfabetische index

hoofdstuk 1

RENOVATIE VAN VOOROORLOGSE GESTAPELDE WONINGBOUW



Dit hoofdstuk dient min of meer als begripsverklaring. Drie essentiële vragen worden hierin beantwoord:

- "Wat is renovatie?";
- "Om welke woningen gaat het?";
- "Hoe is het met de renovatie van deze woningen gesteld?".

1.1.

Wat is renovatie?

In dit hoofdstuk komen achtereenvolgens de begripsbepaling, de financiering, de bouwtechnische en organisatorische randvoorwaarden en de werkwijze van renovatie aan de orde.

1.1.1.

Renovatie; de begripsverklaring

Het woord "renovatie" betekent letterlijk "vernieuwing" of "hernieuwing". In de woningbouw heeft het betrekking op de vernieuwing of hernieuwing van bestaande woningen. In de praktijk betekent dit dat bouwtechnische gebreken worden verholpen en er comfortverhogende maatregelen kunnen worden getroffen.

Elke gemeente onderscheidt een aantal gradaties in renovatie. De naamgeving en begripsverklaring komen onderling zelden overeen. Voor de duidelijkheid hebben wij in dit rapport voor de driedeling gekozen zoals deze in de gemeenten Rotterdam en Den Haag in de praktijk wordt toegepast. Het vervolg van de handleiding zal van deze indeling uitgaan.

A. LAAG-NIVEAU-RENOVATIE

Laag-niveau-renovatie of 'groot onderhoud' heeft alleen betrekking op de bouwtechnische gebreken van de woning. Comfortverhoging is niet aan de orde. Ook isolatie niet omdat dit wettelijk onder comfortverhoging valt. Laag-niveau-renovatie mag geen huurverhoging tot gevolg hebben en mag zonder toestemming van de bewoners worden uitgevoerd.

Ter indicatie: De investeringskosten mogen niet hoger zijn dan 20% van de bouwkosten van vergelijkbare nieuwbouw (= de gemeentelijke referentiewoning of een woning gebouwd volgens het NormKostenSysteem (NKS))

B. MIDDEN-NIVEAU-RENOVATIE

Midden-niveau-renovatie of "kleine beurt" behelst zowel de aanpak van bouwtechnische gebreken als het aanbrengen van comfortverhoging. Deze comfortverhoging blijft beperkt tot aanpassing aan de huidige eisen ten aanzien van wooncomfort. Dus bijvoorbeeld het toevoegen van een doucheruimte, het aanbrengen van isolatie en het vernieuwen van de installatie.

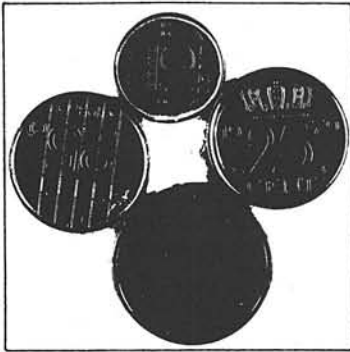
Als aan het isolatiepakket en de installaties extra aandacht wordt besteed, spreken we van een "kleine beurt plus".

Ter indicatie: De investeringskosten bedragen 20 tot 60% van de bouwkosten van vergelijkbare nieuwbouw.

C. HOOG-NIVEAU-RENOVATIE

Bij hoog-niveau-renovatie of een "grote beurt" wordt de woning aangepast en verbeterd tot de kwaliteit van nieuwbouw is bereikt. Naast bouwkundige verbeteringen, het aanbrengen van isolatie en verbeterde installaties kunnen dus ook de ontsluitingsvorm, de differentiatie en de woningplattegrond worden aangepast.





Ter indicatie: De investeringskosten bedragen 60 tot 100% van de bouwkosten van vergelijkbare nieuwbouw.

1.1.2.

Renovatie; de financiering

De financiële middelen voor renovatie zijn meestal uit verschillende "potjes" afkomstig. Deze zijn gevuld met gelden die vrij gekomen zijn uit:

- onderhoudsreservering;
- verbeteringssubsidies;
- huurverhoging.

A. ONDERHOUDSRESERVERING

In principe moeten verhuurders en eigenaar/bewoners altijd over een basisbedrag beschikken om onderhoud te kunnen plegen. Het geld dat voor onderhoud wordt gereserveerd is afkomstig van subsidies en huurverhogingen.

Verhuurders en eigenaar/bewoners moeten een bepaald normbedrag reserveren voor hun woningen in een onderhoudsfonds (OHF). De hoogte van dit bedrag wordt jaarlijks door de minister vastgesteld en is afhankelijk van het type woning. Wanneer het bedrag in het OHF te laag is om de gewenste verbeteringen uit te voeren moet de Algemene BedrijfsReserve (ABR)* worden aangesproken.

Veel gemeenten voorzien in gemeentelijke reserveringsfondsen. Deze worden opgebouwd uit stortingen van verhuurders en/of gemeenten en worden benut ten behoeve van onvoorzien meerwerk en excessieve kosten ten gevolge van bijvoorbeeld funderingsverbetering, bijzondere lokatie en grote woningen.

*Het ABR bestaat uit een verplichte storting van een deel van de exploitatie-opbrengsten van een renovatieproject in een reserve. Ook worden nagekomen baten en lasten verrekend met deze reserve. Bijvoorbeeld baten en lasten die het gevolg zijn van rekenfouten, foutieve aannamen en de gevolgen van financiële afwikkeling door de overheid (teruggave van te hoog vastgestelde aanvangshuren e.d.). Geld uit het ABR komt ten goede aan eenmalige technische ingrepen die bijvoorbeeld pas na vijftien jaar herhaald hoeven worden.



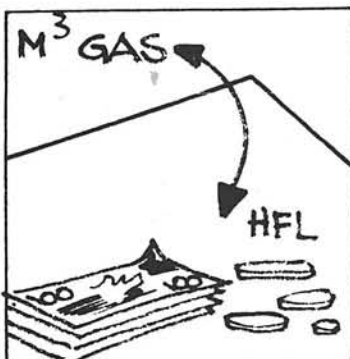
B. VERBETERINGSUBSIDIES

[bron: 42]

Sinds 1982 worden de rijksbijdragen niet meer ongelimiteerd verstrekt en valt woningverbetering onder de zogenaamde contingentering. Dit houdt in dat voor nieuwbouw en verbetering beschikbare leningen en bijdragen uit de rijksbegroting jaarlijks worden verdeeld over de verschillende provincies en gemeenten.

Vanaf 1 januari 1987 verstrekt het rijk geen leningen meer. Voor 44 gemeenten, waaronder de grote steden, worden nu jaarlijks budgetten woningverbetering vastgesteld op basis van streefaantallen en streefsubsidies. De gemeente kan verder zonder gedetailleerde rijksbemoediging zelfstandig beslissen over de verdeling van het geld voor eigendoms-categorieën en ingreepniveau's. Voor de niet-budget gemeenten wordt jaarlijks per provincie een budget bepaald waarvan de HID (Hoofd Ingenieur Directeur van de provinciale dienst volkshuisvesting) de beheerder en verdeler is.

Vanaf 1 januari 1988 zijn er op de rijksbegroting zogenaamde "subsidie-loze contingenten" of "nulcontingenten" verschenen. Van de corporaties wordt verwacht dat zij in staat en bereid zijn met een deel van de rentevoordelen van vervroegd afgeloste leningen ongeveer een vijfde van het verbeteringsprogramma van 1988 zonder subsidie te realiseren. Hiervoor bestaan nog geen dwingende maatregelen maar deze zijn corporaties die niet aan deze verwachting voldoen wel in het vooruitzicht gesteld.



Daarnaast is er een Centraal Fonds voor de Volkshuisvesting opgericht, dat in de toekomst steun gaat verlenen aan corporaties met een zwakke financiële positie. Dit fonds kan vooral van belang zijn als corporaties niet in staat zouden zijn benodigd groot onderhoud of verbeteringen uit te voeren vanwege hun financiële positie. Hiervoor was een extra rijksbijdrage beschikbaar maar die is met ingang van 1988 geschrapt.



De vroegere aparte regelingen voor thermische isolatie van huurwoningen en voor geluidsisolatie zijn vervallen en opgenomen in de RGSVH. Voor thermische isolatie is in mei 1990 een nieuwe regeling ingegaan voor verhuurders. Later in 1990 zal een vergelijkbare regeling ingaan die geldt voor eigenaarsbewoners. De vele overige doelsubsidies zijn 1 januari 1985 opgegaan in de, door de Wet op de Stads- en Dorpsvernieuwing ingestelde, lokale stadsvernieuwingfondsen.

Er zijn aparte regelingen voor verhuurders en eigenaar/bewoners.

● **subsidies voor verhuurders**

Uit kwalitatieve woningregistratie is gebleken dat het opknappen van de woningvoorraad grote inspanning zal vragen. De meer dan normale achterstand bij huurwoningen bedraagt f 18,2 miljard (exclusief BTW en bijkomende kosten, exclusief woontechnische voorzieningen en preventief onderhoud). In het programma voor vernieuwingen aan huurwoningen ligt voor de jaren negentig een sterk accent op de vooroorlogse voorraad. Hierbij geldt het uitgangspunt dat honderd procent van de meer dan normale kwaliteitsachterstand met behulp van financiële rijksteun zal moeten worden ingelopen. [bron: 40]

Het rijk biedt hiertoe:

De Regeling Geldelijke Steun Voorzieningen aan Huurwoningen (RGSVH)

De RGSVH heeft zowel de jaarlijkse bijdrage van het rijk in de exploitatietekorten van verbeteringen, als de verstrekking van geldleningen afgeschaft. De jaarlijkse bijdrage is vervangen door een bijdrage ineens.

De rijksbijdrage wordt met een schijventabel vastgesteld in percentages van de kosten. Zie tabel 1. Voor belastingplichtige verhuurders zoals beleggers geldt een andere tabel dan voor toegelaten instellingen en niet-belastingplichtige verhuurders.

Subsidietabel voor toegelaten instellingen en niet-belastingplichtige verhuurders voor belastingplichtige verhuurders zoals beleggers is er een afwijkende tabel

verbeterkosten in % van nieuwbouwkosten	Bijdrage ineens in % van de verbeterkosten bij vooroorlogse woningen
0 - 30%	80
30- 50%	60
50-100%	40

tabel 1.

Een rekenvoorbeeld ter verduidelijking van het schijventarief voor een vooroorlogse woning:

Bij een vergelijkbare nieuwbouw van f 100.000,- en een verbeteringsinvestering van f 60.000,- is de bijdrage:

80% over de eerste schijf (30% van f 100.000) = f 30.000,- = f 24.000,-
 60% over de tweede schijf (30-50% van f 100.000) = f 20.000,- = f 12.000,-
 40% over de volgende schijf van (60.000 - 50.000) = f 10.000,- = f 4.000,-

De bijdrage: f 40.000,-

Aan de hoogte van de bijdrage zijn indirecte grenzen gesteld in de vorm van zogenaamde streefsubsidies. Deze worden jaarlijks bijgesteld en dienen ter bepaling van het gemeentelijke verbeterbudget. Per woningcategorie mag de streefsubsidie niet worden overschreden zodat dure plannen steeds met goedkope plannen gecompenseerd moeten worden. De streefsubsidie bij vooroorlogse woningen bedraagt f 40.000,-. Voor woningwetwoningen en ex-particulier bezit mag dit bedrag worden opgehoogd tot f 60.000,- binnen het verleende budget.

Voor geluidsisolatie mag de maximale subsidie worden verhoogd tot 63.000,-. [bron: 42]

Steunregeling Energiebesparing en Stromingsenergie

Op grond van deze regeling wordt 30 procent van de kosten voor energiebesparing in bestaande woningen vergoed. Een uitzondering vormen hoog-rendementsketels





voor verwarming. Voor ketels met een vermogen tot 35 kilowatt wordt f 350,- bijbetaald; voor ketels met een hoger vermogen komt daar f 10,- per kilowatt bij. Verder komen onder meer in aanmerking: dak-, muur- en vloerisolatie, dubbel glas, isolatie van apparaten, individuele bemetering, terugwinnen van warmte en beperking van ventilatieverliezen. Om subsidie te krijgen moet in woningen aan deze maatregelen ten minste f 1000,- worden gependend.

● subsidies voor eigenaar/bewoners

Op 1 januari 1985 werd de wet op de Stads- en Dorpsvernieuwing ingevoerd. Deze wet gaat uit van integrale verantwoordelijkheid, hetgeen wil zeggen dat de gemeente niet alleen verantwoordelijk is voor de voorbereiding, bepaling en uitvoering van het beleid, maar ook voor de financiering ervan.

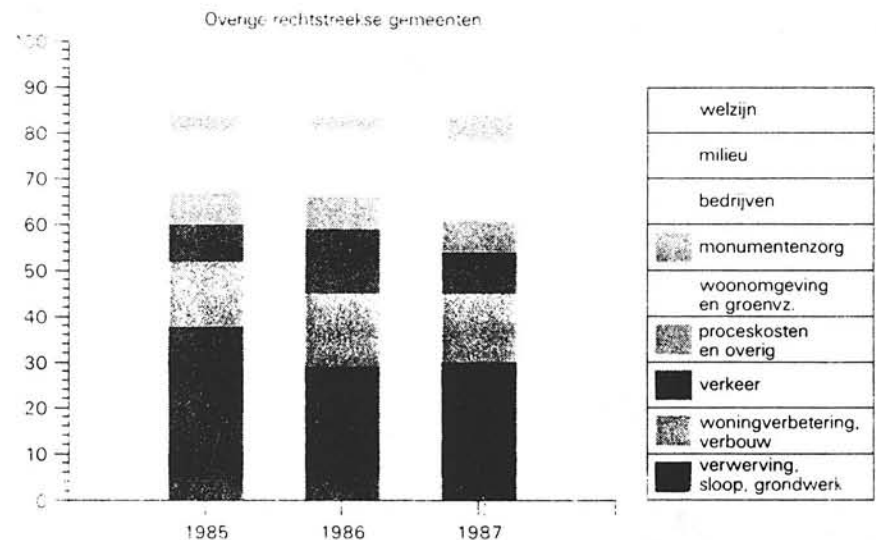
Binnen de Wet op de Stads- en Dorpsvernieuwing werd ondermeer het stadsvernieuwingfonds geregeld. Praktisch betekent dit dat er 19 subsidieregelingen zijn opgegaan in het nieuwe stadsvernieuwingfonds.

Het stadsvernieuwingfonds voorziet elk jaar alle gemeenten van een volgens een bepaalde verdeelsleutel berekend bedrag. Gemeenten die volgens de verdeelsleutel een kleiner aandeel in de landelijke pot hebben dan één promille krijgen hun geld niet rechtstreeks van het rijk. De bedragen die voor deze gemeenten gelden worden per provincie opgeteld en vervolgens gestort in een provinciaal stadsvernieuwingfonds.

Iedere gemeente is geheel vrij in het verdelen van haar fonds over de stadsvernieuwingmaatregelen die met dit fonds gefinancierd mogen worden. Wel is elke gemeente verplicht een subsidieverordening op te stellen waarin de verlening van subsidies aan derden wordt geregeld. In deze subsidieverordening staan de randvoorwaarden vermeld waaraan de aanvragen van subsidies moeten voldoen. De groep eigenaar/bewoners vormt binnen deze subsidieverordening één van de categorieën. Veel gemeenten maken van de mogelijkheden van dit fonds gebruik om prioriteit te geven aan bouwtechnisch herstel en aan complexgewijze woningverbetering.

Behalve onderhoud en verbetering door eigenaar-bewoners financiert het fonds verkeer- en parkeervoorzieningen, restauratie aan monumenten, inspraak, voorlichting, bewonersondersteuning, verwervingskosten en steunverlening aan bedrijven in stadsvernieuwinggebieden.

Ter indicatie de verdeling over de verschillende voorzieningen in de rechtstreekse gemeenten minus de vier grote steden. Zie fig. 1 [bron: 39]



figuur 1

Onderhoud aan de eigen woning is overigens aftrekbaar van de belasting zodat de overheid ook via de belasting het eigen woningbezit subsidieert.





● **subsidies voor verhuurders en eigenaar/bewoners**

De volgende subsidieregelingen gelden zowel voor verhuurders als eigenaren/bewoners:

– **regeling geldelijke steun inspraak**

(grondslag: MG 79-26)

Initiatiefnemers tot het stichten van gesubsidieerde huur- of eigen woningen kunnen een bijdrage ontvangen van f 500,- per te bouwen woning of wooneenheid, indien toekomstige bewoners in staat worden gesteld deel te nemen aan het planvoorbereidingsproces. De subsidie wordt na voltooiing van de inspraakprocedure op basis van de rapportage toegekend.

– **regeling bijdragen ineens verhuis- en herinrichtingskosten bij stadsvernieuwingsactiviteiten**

(grondslag: MG 84-45)

Het rijk stelt aan de gemeenten een jaarbudget ter beschikking. De gemeente kan binnen dit budget zelf bepalen of een bewoner bij sloop of woningverbetering in aanmerking komt voor een vergoeding, wat de hoogte van de vergoeding is en welke voorwaarden daarbij gelden.

De subsidie moet worden gezien als een tegemoetkoming in de kosten voor de bewoner; niet als een volledige vergoeding van alle verhuis- en inrichtingskosten.

C. HUURVERHOOGING

Elk jaar wordt een huurverhogingspercentage bij wet vastgesteld. Dit "trendhuurpercentage" geldt als grondslag voor de aanpassing van de jaarlijkse exploitatiebijdragen bij gesubsidieerde huurwoningen, en voor de aanpassing van de normhuren bij de individuele huursubsidie. Voor de huurders en verhuurders is deze trendmatige huurverhoging een indicatie van de redelijk te achten huurstijging.

Voor huurverhoging, voortkomend uit voorzieningen aan huurwoningen, geldt momenteel het zogenoemde 1,2,3%-systeem. De basishuur is de geldende huurprijs. Bij gesubsidieerde laag-niveau-renovatie wordt geen huurverhoging in rekening gebracht. Als er sprake is van verbetering van het woongerief geldt een schijvenstelsel, zodat het huurverhogingspercentage toeneemt met het investeringsniveau. Zie tabel 2.



Investering als percentage van de bouwkosten van vergelijkbare nieuwbouw:

Huurverhoging:

– tot 20%	1%
– 20- 50%	2%
– 50-100%	3%

tabel 2.

De mate van huuraanpassing wordt beperkt door gedetailleerde kwaliteitsmeting en nauwkeurig omschreven minimale en maximale redelijke huren. Binnen het huidige stelsel kunnen meer dan trendmatige huurverhogingen alleen plaatsvinden, als de huur beneden de "minimaal redelijke huur" ligt (de huur die bij een bepaalde woningkwaliteit ten minste redelijk wordt geacht). Tussen de minimaal en maximaal redelijke huur kan de huurcommissie slechts de trendmatige huurverhoging of minder als redelijk beschouwen. [bron: 40] De toegestane verhoging per ingreepniveau wordt door de gemeente vastgesteld.

Voor degenen die wegens stadsvernieuwing genoodzaakt worden een aanmerkelijk hoger bedrag aan huur te betalen dan zij waren gewend, voorziet het rijk in een huurwenningsbijdrage (grondslag: MG 84-09). Dit is een aflopende jaarlijkse bijdrage gedurende drie of vijf jaar met het doel de huurverhoging minder schoksgewijs te laten verlopen. [bron: 44]



1.1.3.

Renovatie; de bouwtechnische en organisatorische randvoorwaarden

Een renovatieplan moet aan een aantal randvoorwaarden voldoen om gerealiseerd te mogen worden. Deze zijn verwerkt tot een Programma van Eisen (PVE). De randvoorwaarden zijn afkomstig van de opdrachtgever, van de bewoners (bewonersorganisatie) en van overheden en hebben betrekking op de subsidieregelingen, op het stedenbouwkundig plan, op de woontechnische en woonmaatschappelijke omstandigheden en op de bouw-, installatie- en exploitatietechniek.

RANDVOORWAARDEN M.B.T. SUBSIDIEVERSTREKKING

Om voor subsidie in aanmerking te komen, zullen de verbeterplannen in het algemeen moeten voldoen aan:

- eisen gesteld in de subsidieverordeningen;
- de gemeentelijke bouwverordening (de MBV dan wel een afgeleide van de MBV);
- de algemene bouwvoorschriften met een bindend karakter (enkele NEN-normen);
- de voorschriften van de plaatselijke nutsbedrijven.

STEDEBOUWKUNDIGE RANDVOORWAARDEN

(hoog-niveau-renovatie)

Het uitgangspunt voor de stedenbouwkundige randvoorwaarde vormt het geldende bestemmingsplan of het stadsvernieuwingsplan. Daarnaast kan de gemeente nog een aantal randvoorwaarden c.q. richtlijnen vaststellen voor de specifieke locatie. Deze randvoorwaarden kunnen betrekking hebben op de bezonning, de bouwhoogte, bouwmuurdoorbraken, poorten, het gevelbeeld, de groenvoorziening en de inrichting van een binnenterrein.

WOONTECHNISCHE EN WOONMAATSCHAPPELIJKE RANDVOORWAARDEN

De eisen, gesteld in de gemeentelijke bouwverordening, zijn bij woningverbetering niet altijd haalbaar. Ontheffing van de eisen is mogelijk wanneer hiertoe in de gemeentelijke bouwverordening een artikel is opgenomen. Dit artikel is meestal gebaseerd op artikel 267 van de MBV: "Vrijstelling bij vernieuwing of verandering, bij bestaande bouwwerken".

De minimaal toelaatbare woontechnische eisen bij ontheffing staan vermeld in "Uitgangspunten voor woontechnische minimumeisen bij verbetering". Deze publicatie is afkomstig van het Ministerie van VROM (1977) en kan als leidraad dienen (is niet bindend).

Daarnaast kunnen eisen worden gesteld met betrekking tot :

- de gewenste differentiatie
- het minimum oppervlak van diverse ruimten
- de sociale veiligheid (bijvoorbeeld: beperkt aantal woningen per ontsluiting, afsluitbare portiek/galerij, afgesloten binnenterrein)

BOUWTECHNISCHE RANDVOORWAARDEN

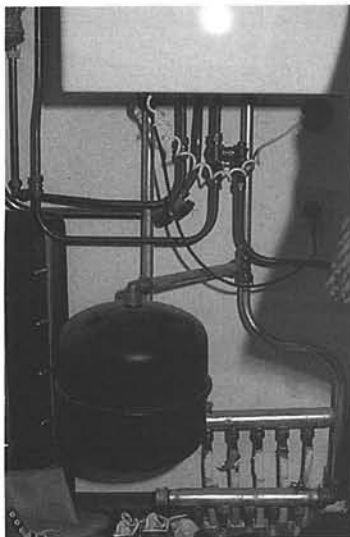
De MBV en de Algemene Bouwvoorschriften (o.a. NEN-normen) vormen het uitgangspunt voor de gemeentelijke bouwtechnische randvoorwaarden. Alle gemeenten hebben dergelijke randvoorwaarden opgenomen in de gemeentelijke bouwverordening. In 1992 zal de MBV vervangen worden door "het Bouwbesluit".

Aan diverse constructie-onderdelen worden minimale eisen gesteld. Bijvoorbeeld aan:

- geluidsisolatie (Wet Geluidhinder)
- brandwerendheid (NEN 3892/3)
- isolatienivo (MBV)
- kierdichtheid (NEN 3661)
- ventilatievoorzieningen (NEN 1087 + NPR 1088)
- doorspuikbaarheid (MBV)

Daarnaast kan de opdrachtgever voorschriften c.q. aanbevelingen opstellen met betrekking tot het kwaliteitsniveau, de toe te passen materialen/afwerkingen en de toe te passen constructiewijze/detaillering.





INSTALLATIETECHNISCHE RANDVOORWAARDEN

Als uitgangspunt voor de installatietechnische randvoorwaarden dienen de gemeentelijke bouwverordening, de voorschriften van de Nutsbedrijven en de Algemene Bouwvoorschriften (o.a. de Gavo-voorschriften: NEN 1078).

Voor de installaties gelden richtlijnen ten aanzien van:

- de gewenste (ontwerp)temperatuur per ruimte
- de gewenste ketelcapaciteit
- het rendement van de ketel (groter dan 74% op bovenwaarde)
- gas (voorschriften Gavo en nutsbedrijven)
- electra (NEN 1010 + voorschriften nutsbedrijven)
- water volgens eisen waterleidingbedrijf
- riolering volgens Bouw- en Woningtoezicht (BoWoTo)
- geluid (NEN 1070)

EXPLOITATIETECHNISCHE RANDVOORWAARDEN

Als uitgangspunt voor deze randvoorwaarden dienen de geldende subsidiewetgeving, de gemeentelijke subsidieverordening en de huurprijzenwet.

De provinciale HID en voor de budgetgemeente de dienst Volkshuisvesting, bepalen het beschikbare budget per gemiddelde woning in het project aan de hand van:

- de gemiddelde woninggrootte
- het gemiddeld aantal m² BKO (BinnenwerksKernOppervlak)
- het gemiddelde aantal m² woonoppervlak
- het aantal bouwlagen
- bijzondere gegevens, zoals het isolatiepakket en de kwaliteit van de afwerking.

1.1.4.

Renovatie; de werkwijze

Omdat de wijze van werken bij laag- en midden-niveau-renovatie uit een vergelijkbaar maar minder complex scala van stappen en betrokkenen bestaat dan de wijze van werken bij hoog-niveau-renovatie, blijft de beschrijving van de werkwijze in dit hoofdstuk tot hoog-niveau-renovatie beperkt. Om dezelfde reden beperkt de bespreking van het planproces zich tot woningbouwcomplexen in de stadsvernieuwing en komt de aanpak van woningbouwcomplexen in kleine gemeenten en van individuele woningen niet ter sprake.

De werkwijze bij renovatie, of te wel het renovatieplanproces, wordt in kleinere gemeenten door de opdrachtgevers van de woningverbetering vastgesteld. In grotere gemeenten is vaak sprake van een enigzins "geïstitutionaliseerd" planproces. De taken en bevoegdheden zijn hier op gemeentelijke niveau vastgesteld.

Het planproces is te onderscheiden in verschillende fasen:

fase 1: de voorbereidingsfase

fase 2: een onderzoek naar de bestaande toestand

fase 3: het schetsontwerp

fase 4: het definitief ontwerp

fase 5: de bestekfase

fase 6: de aanbestedingsfase

fase 7: de uitvoeringsfase

fase 8: de woningtoewijzing en bewoning

fase 1

DE VOORBEREIDINGSFASE

Nadat is besloten een woningbouwcomplex te renoveren, wordt onder verantwoordelijkheid van de gemeente (en soms van de opdrachtgever) een planteam of verbeterteam samengesteld. Dit team zal het renovatieplan begeleiden en uitvoeren.

Tijdens het planproces zal dit team het plan in verschillende stadia toetsen aan de randvoorwaarden die het rijk, de opdrachtgever, Volkshuisvesting, Bouw- en Woningtoezicht en de nutsbedrijven aan verbeterplannen stellen (zie hoofdstuk 1.1.3.) De samenstelling en de taakverdeling van het planteam kunnen verschillen per renovatieplan.





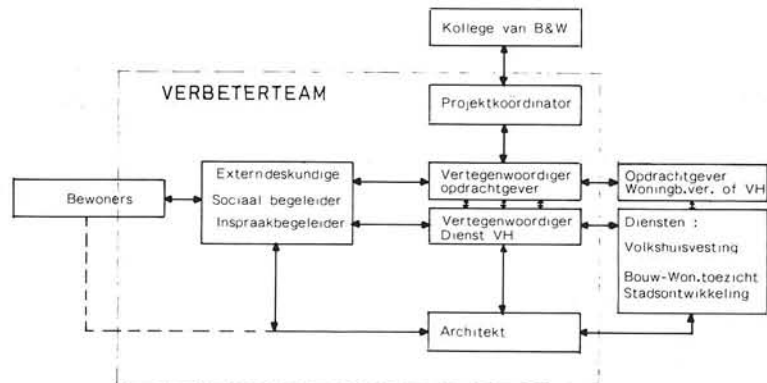
Een veel voorkomende samenstelling:

participant planteamtaak de projectcoördinator	Coördineert het project in relatie met andere projecten en afspraken in de wijk.
de vertegenwoordiger opdrachtgever (voorzitter van planteam)	Toetst het plan aan het PVE, coördineert het planteam en de voortgang van het planproces.
de vertegenwoordiger Volkshuisvesting	Coördineert en toetst zaken met betrekking tot het budget en de voorschriften, namens de dienst Volkshuisvesting.
de extern deskundige	Steunt de bewoners waar het informatievoorziening en inspraak op bouw- en woontechnisch gebied betreft.
de inspraakbegeleider, opbouwwerker,	Steunt de bewoners waar het informatievoorziening, inspraak en verhuizingen betreft.
bewoners	Behartigen hun belangen en uiten hun woonwensen.

De eerste actie van het planteam bestaat uit het kiezen van het laatste lid van het planteam:

de architect	Verzorgt in dienst van de opdrachtgever de volledige planuitwerking en bewoners-planinformatie.
--------------	---

Soms nemen tijdelijke vertegenwoordigers van verschillende gemeentelijke diensten plaats in het planteam. Bijvoorbeeld van de diensten Stadsontwikkeling (SO) en Bouw- en Woningtoezicht (BoWoTo).



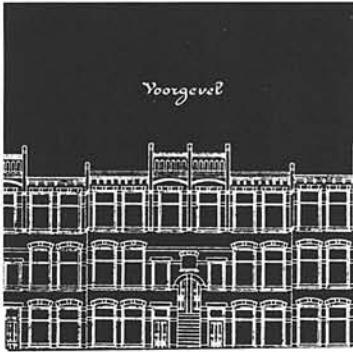
figuur 2



fase 2

EEN ONDERZOEK NAAR DE BESTAANDE TOESTAND

In deze voorbereidingsfase zoekt het planteam naar bestaande originele bouwtekeningen in het gemeentelijk archief, stelt de staat van en de tevredenheid over de woningen vast en laat, veelal op initiatief van de opdrachtgever, een conclusieonderzoek uitvoeren. Hierbij kunnen ook sonderingen worden gemaakt. Conclusies op basis van deze onderzoeken leiden tot de keuze van de verbeteringsaanpak en eventueel tot een heroverweging van het gekozen verbeterniveau.



Nadat de randvoorwaarden en alle gegevens betreffende de woningen verzameld zijn, vindt overleg met de bewoners plaats. De planvorming dient zoveel mogelijk aan hun individuele en collectieve wensen te voldoen.

fase 3

HET SCHETSONTWERP

In deze fase worden, op basis van het PVE en het onderzoek naar de bestaande toestand, de eerste plannen geschetst en op hun haalbaarheid getoetst.

Het schetsontwerp biedt een voorstel voor de differentiatie en ontsluiting, voor de plattegronden, gevels en voor de woonomgeving.

De architect geeft vervolgens een technische omschrijving van de materialen en hun afwerking en van de constructieve oplossingen.

Er volgen deelstudies naar bijvoorbeeld warmte- en geluidsisolatie en de installaties. Hierna wordt de haalbaarheid van het plan getoetst (kostenraming, berekening voorlopige huren, berekening energielasten).

Al deze gegevens worden uiteindelijk aan de bewoners voorgelegd en met hen besproken.

fase 4

HET DEFINITIEF ONTWERP

Nadat het schetsontwerp door alle belanghebbende partijen is goedgekeurd, krijgt het plan zijn verdere uitwerking:

- er vindt vooroverleg plaats met gemeentelijke diensten en nutsbedrijven ten behoeve van de goedkeuring
- er ontstaat een uitwerking van het ontwerp met kostenbegroting
- het planteam beoordeelt het ontwerp
- volkshuisvesting beoordeelt het ontwerp
- de bewoners krijgen voorlichting betreffende de plattegronden en huur- en energielasten en kunnen het plan beoordelen
- het definitief ontwerp wordt vastgesteld.

fase 5

DE BESTEFASE

In de bestefase wordt het definitief ontwerp omschreven in tekst en tekeningen. Deze vormen een juridisch contractstuk op basis waarvan de aannemer aangesproken kan worden bij afwijkingen van hetgeen is afgesproken.

De bestefase bestaat uit:

- samenstellen van het aanbestedingspakket
 - bestek: algemene voorwaarden en technische omschrijving
 - bestektekeningen (plattegronden, doorsneden en gevels, schaal 1 : 100 en 1:50)
 - situatietekening en differentiaties
 - principedetails 1:5 en 1:10
- beoordeling van volkshuisvesting van:
 - aanbestedingspakket
 - gedetailleerde kostenbegroting (directiebegroting)
 - constructieberekeningen
 - berekeningen energieverbruik
 - geluidsrapportage

De laatste drie onderdelen van dit pakket worden vaak niet door een architect geleverd maar door een adviesbureau.

- voorlopige huurvaststelling door de opdrachtgever

Tijdens en na deze fase vindt terugkoppeling naar de bewoners toe plaats.





fase 6
AANBESTEDINGSFASE

Als het aanbestedingspakket door alle partijen is goedgekeurd moet een aannemer worden gezocht en een prijs afgesproken. Dit gaat als volgt te werk:

- keuze aanbestedingsvorm
- selectie aannemers
- aannemerskeuze
- prijsvorming:
 - aanbieding aannemingspakket
 - prijsvorming aannemers
 - goedkeuring onderaannemers
 - prijsonderhandeling: toetsing aannemersprijs aan directiebegroting en budget, eventueel bijstelling bestespakket/bezuiniging
- prijsaccoord en gunning

fase 7
UITVOERINGSFASE

na het verkrijgen van een bouwvergunning van de dienst BoWoTo kan met de uitvoering worden gestart. Dit gaat als volgt:

- er wordt een bouwteam ingesteld;
- de architect, constructeur en installateur maken hun werktekeningen;
- de bewoners verlaten hun huizen;
- de directie start haar werkzaamheden ten behoeve van en gedurende de uitvoering
 - coördinatie bouwvergadering
 - coördinatie uitvoering
 - planningbewaking
 - kostenbewaking met betrekking tot meer- en minderwerk
 - bewaking kwaliteit
 - bewaking opleveringsplanning
 - coördinatie van de oplevering
 - behartigen bewonersbelangen
- de oplevering
 - de aannemer draagt de verbeterde woning over aan de opdrachtgever
 - de aannemer levert de revisietekeningen.



fase 8
DE WONINGTOEWIJZING EN BEWONING

In deze fase wordt de definitieve huur vastgesteld en worden de bewoners vertrouwd gemaakt met hun nieuwe woning door middel van voorlichting en begeleiding.

De laatste betaling aan de aannemer (de onderhoudstermijn genoemd, deze bedraagt circa 5 – 10% van de bouwkosten) vindt pas plaats als de aannemer alle klachten en gebreken, geconstateerd bij de oplevering, heeft verholpen.

1.2.
Om welke woningen gaat het?

In dit hoofdstuk komen achtereenvolgens de bouwtijd, de kwantiteit, de kwaliteit en de eigendom-beheersvorm van vooroorlogse gestapelde woningen aan de orde.

1.2.1.
Vooroorlogse gestapelde woningbouw; de bouwtijd

De grote groep van vooroorlogse gestapelde woningen die voor gesubsidieerde woningverbetering in aanmerking komt, valt grofweg in drie categorieën uiteen:

1. Woningen in de historische binnensteden, gebouwd vóór de industriële revolutie. Bouwtijd globaal: voor 1850



2. Speculatiewoningen uit de negentiende eeuw.

Deze woningen werden tijdens de industriële revolutie gebouwd en dienden als huisvesting voor de grote groep toestromende arbeiders. De woningen kenmerken zich door een minimale maatvoering en een hoge bebouwingsdichtheid.

Bouwtijd globaal: 1800-1900

3. Woningen gebouwd volgens de woningwet

Begin deze eeuw werd de woningwet ingevoerd. Deze wet stelde kwaliteitseisen aan woningbouw, eiste voor uitbreidingsgebieden een stedenbouwkundig plan en bracht de woningwetbouw tot stand (non-profitwoningen op landelijk niveau). Het verschil tussen woning-wetwoningen en woningen uit categorie twee is erg groot.

Bouwtijd globaal: 1920-1940

1.2.2.

Vooroorlogse gestapelde woningbouw; de kwantiteit, kwaliteit en beheersvorm

In 1988 bestond het aantal bewoonde woningen in Nederland, voor zover bekend, uit 4.875.000 woningen.

Het aantal bewoonde vooroorlogse woningen bedroeg 26,6% van deze groep, dus 1.296.750 woningen.

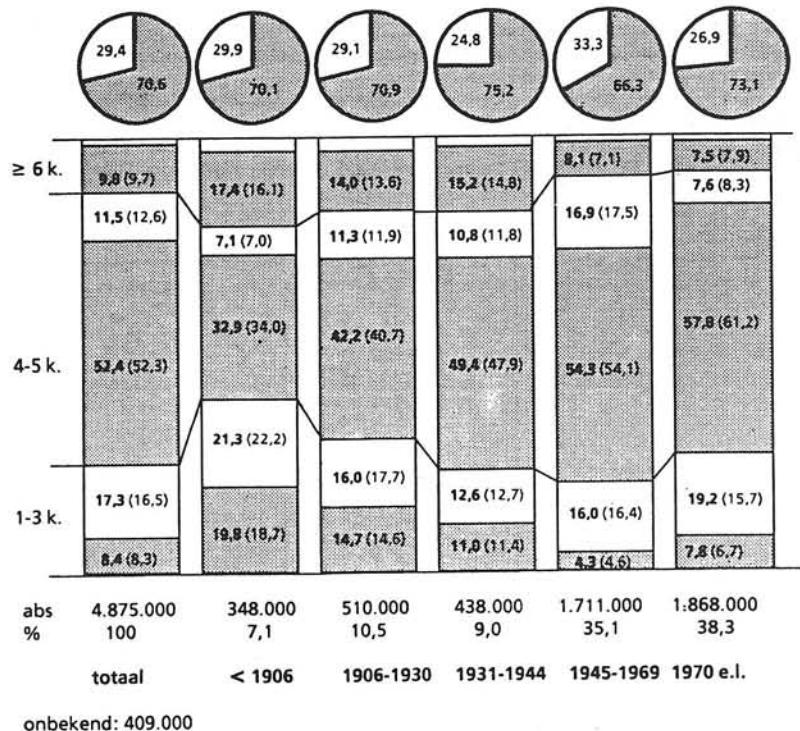
Deze 26,6% is opgebouwd uit 7,1% woningen van voor 1906, 10,5% woningen uit de periode 1906-1930 en 9,0% woningen uit de periode 1930-1944.

Van de vooroorlogse woningen is 27,9% (361.793 woningen) gestapeld.

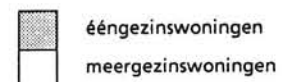
De woonvormen binnen deze stapeling:

periode	percentage gestapeld*	1-3 kmr	4-5 kmr	< 6 kmr
<1906	29,9%	21,3%	7 %	1,6%
1906-1930	29,1%	16 %	11,3%	1,8%
1931-1944	24,8%	12,6%	10,8%	1,4%

* Dit percentage geeft aan welk deel van de totale hoeveelheid woningen uit een tijdperk, gestapeld is. Zie verder figuur 3. [bron: 41]



figuur 3





De bouwtechnische kwaliteit van de vooroorlogse woningvoorraad is voor het grootste deel redelijk/matig (44%), voor 26% goed, voor 19% slecht en voor 11% zeer slecht (onherstelbaar) [bron: 39].

In bijlage 4 wordt een overzicht geboden van de meest voorkomende kenmerken van vooroorlogse woningbouw en de daarmee samenhangende meest voorkomende gebreken.

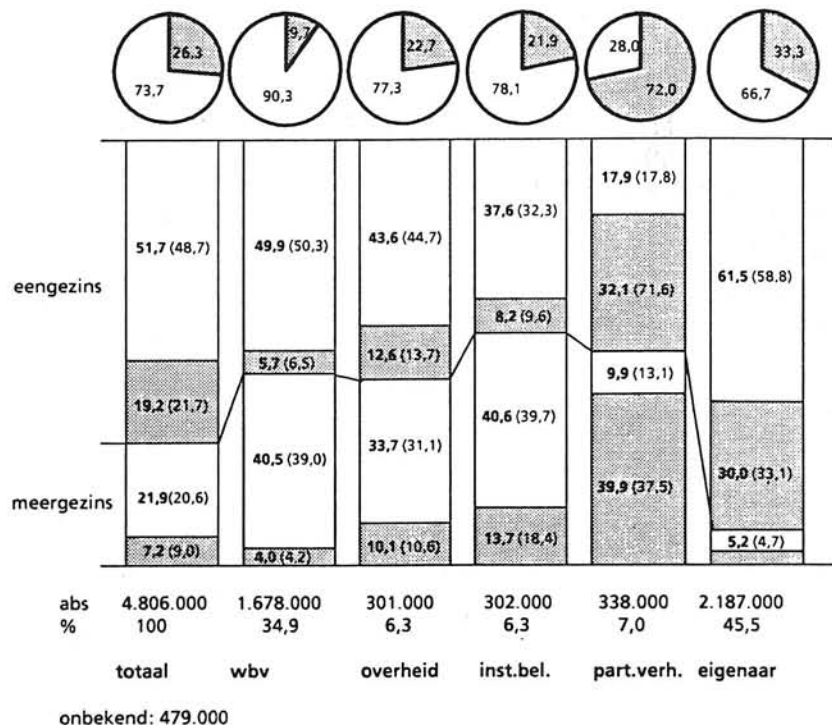
Woningen kunnen grofweg worden onderscheiden in woningen bewoond door huurders of woningen bewoond door eigenaren. Verhuurde woningen worden beheerd óf door sociale verhuurders (non-profitverhuurders) óf door particuliere verhuurders (profitverhuurders). Woningcorporaties, gemeentelijke woningbedrijven en andere niet-winstbeogende instellingen vallen binnen de categorie sociale verhuurders. De particuliere verhuur is in handen van institutionele beleggers (vooral pensioenfondsen en levensverzekeringsmaatschappijen) en particuliere personen

Van de totale bewoonde woningvoorraad wordt 45,5% bewoond door eigenaren en is 54,5% verhuurd. (Hier gaan de schrijvers van het woonbehoefte-onderzoek uit van 4.806.000 woningen in plaats van de eerder genoemde 4.875.000 woningen)

26,4% van deze totale woningvoorraad (1.268.784 woningen) bestaat uit vooroorlogse woningen waarvan ruim 11% (circa 139.600 woningen) is verhuurd.

7,2 % van de totale woningvoorraad (346.032 woningen) is gebouwd voor de oorlog en gestapeld. Bijna 6% (circa 288.360 woningen) wordt verhuurd. De woningen uit onze doelgroep zijn dus voor het overgrote deel huurwoningen.

De sociale huursector draagt aan de 6% verhuurde, gestapelde, vooroorlogse woningbouw ruim 2% bij (circa 96.120 woningen). Bijna 4% (circa 192.240 woningen) is in handen van particuliere verhuurders. Zie fig. 4. [bron: 41]



figuur 4

na-oorlogs
 voor-oorlogs



A. SOCIALE VERHUURDERS

Van het aantal woningen uit onze doelgroep "vooorlogs en gestapeld" is bijna 28% (circa 96.890 woningen) in handen van sociale verhuurders. Deze groep, bestaande uit woningcorporaties, gemeentelijke woningbedrijven en andere niet-winst beogende instellingen, speelt van oudsher een belangrijke rol in de volkshuisvesting. De sociale verhuur ontstond op particulier initiatief en had als doel de huisvestingssituatie van de lagere inkomens-groepen te verbeteren.

Deze verhuursector breidde sterk uit onder bescherming en met financiële steun van de overheid. Naast de huisvesting van lager betaalden werd ook de inhaal van woningtekorten en de continuïteit in de bouwproductie binnen dit kader door het rijk gefinancierd [bron: 40].

B. PARTICULIERE VERHUURDERS

Bijna 14% van de totale Nederlandse woningvoorraad (circa 672.840 woningen) bestond in 1986 uit commercieel geëxploiteerde huurwoningen. Het percentage binnen onze doelgroep bedraagt ongeveer 55% (circa 190.320 woningen). Het grootste deel hiervan is in handen van particuliere personen (39% = circa 134.950 woningen). Zij hebben 9% van de totale woningvoorraad in bezit. Ongeveer 5% (circa 17.300 woningen) van het totale aantal woningen in Nederland is in handen van institutionele beleggers.

De kwaliteitsachterstand van de vooroorlogse verhuurde woningen is groot. De huren zijn gemiddeld laag en relatief veel van die woningen bevinden zich in grote steden en worden bewoond door bewoners uit lagere inkomensgroepen [bron: 40].

C. EIGENAAR/BEWONERS

Het percentage eigen-woningen binnen de doelgroep "vooorlogs en gestapeld" bedraagt bijna 17% (circa 58.825 woningen). Een groot deel van de eigenaar-bewoners heeft een inkomen dat een verantwoord beheer van de woning mogelijk maakt. De kwaliteit van het eigen-woningbezit is daarom over het algemeen goed. [bron: 40].

1.3.

Hoe is het met de renovatie van vooroorlogse gestapelde woningbouw gesteld?

In dit hoofdstuk komt de stand van zaken van renovatie van de vooroorlogse gestapelde woningbouw aan de orde. Hoeveel woningen moeten worden gerenoveerd?

Het indicatieve verbeteringsprogramma 1989 – 1999 gaat er van uit dat in een tijdsbestek van tien jaar 60% (320.000 woningen) van de vooroorlogse huurwoningen gerenoveerd moeten worden, 23% hiervan (121.800 woningen) op hoog niveau [bron: 40].

Zie tabel 3.

Jaar	vooorlogs		naoorlogs	naoorlogs	totaal
	totaal	waarvan hoogniveau	1946-1968	na 1968	
1989	28,0	12,0	42,0	3,0	73,0
1990	29,5	12,0	44,0	4,0	77,5
1991	30,5	12,0	39,0	4,0	73,5
1992	31,5	12,0	34,0	4,0	69,5
1993	31,0	12,0	29,0	5,0	65,0
1994 t/m 1999	169,5	61,8	133,0	50,0	352,5
Totaal	320,0	121,8	321,0	70,0	711,0

tabel 3



Er zijn ongeveer 288.360 vooroorlogse gestapelde huurwoningen. Als we aannemen dat de "renovatie" percentages ook gelden voor de vooroorlogse gestapelde huurwoningen betekent dat dat 60% van deze woningen (173.016 woningen) in aanmerking komt voor renovatie en 23% (66.323 woningen) voor renovatie op hoog-niveau.

Woningen, bewoond door eigenaar-bewoners, bevinden zich door de eigen verantwoordelijkheid van de bewoners meestal in vrij goede staat en komen niet voor renovatie in aanmerking. [bron: 40]

Conclusie: Het aantal woningen waarop deze renovatie-handleiding betrekking heeft, beslaat circa 3,5% van de gehele woningvoorraad in Nederland. Minstens 1,4% van de gehele woningvoorraad komt in aanmerking voor hoog-niveau-renovatie.

1.4. samenvatting

Dit hoofdstuk dient min of meer als begripsverklaring. Drie essentiële vragen worden hierin beantwoord: "Wat is renovatie?", "Om welke woningen gaat het?" en "Hoe is het met de renovatie van deze woningen gesteld?".

WAT IS RENOVATIE?

- De begripsverklaring: 'Renovatie in de woningbouw' heeft betrekking op de vernieuwing of hernieuwing van bestaande woningen. In de praktijk betekent dit dat bouwtechnische gebreken worden verholpen en er comfortverhogende maatregelen kunnen worden getroffen.
- Elke gemeente onderscheidt een aantal gradaties in renovatie. Voor de duidelijkheid hebben wij in deze handleiding voor de driedeling gekozen zoals deze in de gemeenten Rotterdam en Den Haag in de praktijk wordt toegepast:
 - Laag-niveau-renovatie of 'groot onderhoud': heeft alleen betrekking op de bouwtechnische gebreken van de woning. Comfortverhoging is niet aan de orde.
 - Midden-niveau-renovatie of "kleine beurt": behelst zowel de aanpak van bouwtechnische gebreken als het aanbrengen van comfortverhoging. Deze comfortverhoging blijft beperkt tot aanpassing aan de huidige eisen ten aanzien van wooncomfort. Als ook het isolatiepakket en de installaties worden aangepast, spreken we van een "kleine beurt".
 - Hoog-niveau-renovatie of een "grote beurt": de woning wordt aangepast en verbeterd tot de kwaliteit van nieuwbouw is bereikt.
- De financiering: De financiële middelen voor renovatie zijn meestal uit verschillende "potjes" afkomstig. Deze zijn gevuld met gelden die vrij gekomen zijn uit:
 - onderhoudsreservering (geld afkomstig uit huur en subsidies, samengebracht in het onderhoudsfonds (OHF), de Algemene Bedrijfsreserve (ABR) en gemeentelijke reserveringsfondsen);
 - subsidies:
 - voor **verhuurders**; De Regeling Geldelijke Steun Voorzieningen aan Huurwoningen (RGSVH)
 - voor **eigenaar/bewoners**; het stadsvernieuwingsfonds en de belasting voor **verhuurders en eigenaar/bewoners**; regeling geldelijke steun inspraak, regeling bijdragen ineens verhuis- en herinrichtingskosten bij stadsvernieuwingsactiviteiten.
 - huurverhoging.



- De bouwtechnische en organisatorische randvoorwaarden:
Een renovatieplan moet aan een aantal randvoorwaarden voldoen om gerealiseerd te mogen worden. Deze zijn verwerkt tot een Programma van Eisen (PVE). De randvoorwaarden hebben betrekking op de subsidieregelingen, op het stedenbouwkundig plan, op de woontechnische en woonmaatschappelijke omstandigheden en op de bouw-, installatie- en exploitatietechniek.
- De werkwijze:
De werkwijze bij renovatie, of te wel het renovatieplanproces, is te onderscheiden in verschillende fasen:
fase 1: de voorbereidingsfase;
fase 2: een onderzoek naar de bestaande toestand;
fase 3: het schetsontwerp;
fase 4: het definitief ontwerp;
fase 5: de bestekfase;
fase 6: de aanbestedingsfase;
fase 7: de uitvoeringsfase en
fase 8: de woningtoewijzing en bewoning.

OM WELKE WONINGEN GAAT HET?

- De bouwtijd:
De grote groep van vooroorlogse gestapelde woningen die voor gesubsidieerde woningverbetering aanmerking komt valt grofweg in drie categorieën uiteen:
 - Woningen in de historische binnensteden, gebouwd voor de industriële revolutie.
Bouwtijd globaal: voor 1850.
 - Speculatiewoningen uit de negentiende eeuw. Bouwtijd globaal: 1800-1900.
 - Woningen gebouwd volgens de woningwet.
Bouwtijd globaal: 1920-1940.
- De kwantiteit:
Het aantal bewoonde woningen in Nederland bedraagt, zover bekend, 4.875.000 woningen. Het aantal bewoonde vooroorlogse woningen bedraagt 26,6 % (1.296.750 woningen) van de totale woningvoorraad. Van de vooroorlogse woningen is 27,9% (361.793 woningen) gestapeld.
- De kwaliteit:
De bouwtechnische kwaliteit van de vooroorlogse woningvoorraad is voor het grootste deel redelijk/matig (44%), voor 26% goed, voor 19% slecht en voor 11 % zeer slecht (onherstelbaar). Voor kenmerken en gebreken: zie bijlage 4.
- De eigendom/beheersvorm:
Woningen kunnen grofweg worden onderscheiden in woningen bewoond door huurders of woningen bewoond door eigenaren. Verhuurde woningen worden beheerd óf door sociale verhuurders (28% van de totale voorraad vooroorlogse gestapelde woningbouw) óf door particuliere verhuurders (55% van de totale voorraad vooroorlogse gestapelde woningbouw). Woningcorporaties, gemeentelijke woningbedrijven en andere niet-winstbeogende instellingen vallen binnen de categorie sociale verhuurders. De particuliere verhuur is in handen van institutionele beleggers (5% van de totale woningvoorraad) en particuliere personen (9% van de totale woningvoorraad (= 39% van de vooroorlogse gestapelde woningbouw)).

HOE IS HET MET DE RENOVATIE VAN V.O. GESTAPELDE WONINGEN GESTELD?

- Circa 3,5% van de gehele woningvoorraad in Nederland bestaat uit vooroorlogse gestapelde woningbouw die dient te worden gerenoveerd. Ongeveer 1,4% bestaat uit vooroorlogse gestapelde woningbouw die in aanmerking komt voor hoog-niveau-renovatie.

hoofdstuk 2

WAT IS ENERGIEBESPAREN (bij woningbouw)?

2.1. algemeen

Energiebesparen bij woningbouw bestaat uit het treffen van maatregelen in een woning die leiden tot een lager energieverbruik dan gebruikelijk is en die het wooncomfort niet negatief beïnvloeden.

Om energie te kunnen besparen is het noodzakelijk kennis te hebben van:

- **de energiebalans**
Welke energiestromen gaan de woning uit en welke de woning in?
- **de behaaglijkheidscriteria**
Welke comforteisen worden aan het binnenklimaat van een woning gesteld?

2.2. de energiebalans

De stookbehoefte(S) van een woning wordt bepaald door de energiewinst door zonbenutting(Z) en interne warmteproductie(I) en het energieverlies door ventilatie (V) en transmissie(T) en het schoorsteenverlies (Sv).

Gezien het geringe aandeel van het schoorsteenverlies op de totale energiebalans wordt op deze verliespost verder niet in gegaan.

In formule:

$$S = V + T - I - Z \quad \text{of} \quad S + Z + I = V + T$$

De totale hoeveelheid warmte die nodig is om een woning van het gewenste klimaat en warm tapwater te voorzien noemen we de de warmtebehoefte. Hier maken dus de zonbenutting, de interne warmteproductie en de, volgens de stookbehoefte, geproduceerde warmte deel van uit.

De posten in de energiebalans zijn van elkaar afhankelijk. Wanneer we bijvoorbeeld de verliezen ten gevolge van ventilatie en transmissie verkleinen, neemt ook de stookbehoefte af. Maar niet in gelijke mate omdat ook de absolute bijdrage van de zonbenutting en interne warmteproductie enigszins afneemt.

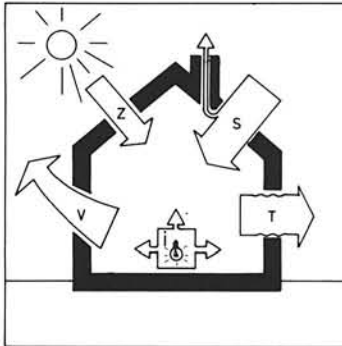
Als het energieverlies door ventilatie en transmissie opnieuw wordt verkleind, neemt de invloed van de zonbenutting en de interne warmteproductie nog sterker af. Zie figuur 5. Hoe energiezuiniger een woning dus is, hoe geringer de opbrengst van een volgende maatregel is. Dit verschijnsel staat bekend als "**de wet van de verminderde meeropbrengst**".

Het effect van deze wet dient bij het vaststellen van de energiebesparende maatregelen in de gaten gehouden te worden. Dit kan door middel van een goede energieberekening.

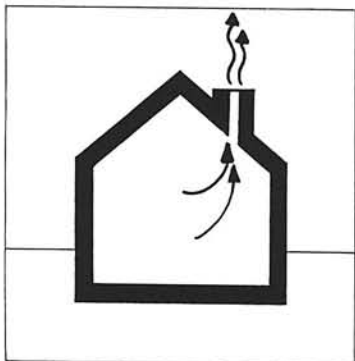
De energieberekening kan handmatig of met behulp van een computer worden uitgevoerd. Voor een globale indruk voldoet een handmatige berekening. Twee veel toegepaste methoden zijn:

- De vereenvoudigde berekeningsmethode en richtwaarden in de NVN 5125, november 1978 [bron: 71].
- De jaarlijkse warmtebehoefte van woningen, energiegebruiksberekening per vertrek en totaal", ISSO-16 [bron:72]

Bij deze en andere handberekeningsmethoden is het noodzakelijk op de hoogte te zijn van gegevens met betrekking tot de zoninval, rendement van de installaties e.d.. Ter informatie staan een aantal van deze gegevens vermeld in bijlage 2.



figuur 5



2.2.1. stookbehoefte (S)

De stookbehoefte, ook wel bijstook genoemd, is de hoeveelheid energie die nodig is om in een woning het gewenste klimaat te bereiken en de woning van warm tapwater te voorzien. Het is het streven bij energiebesparing de stookbehoefte zo klein mogelijk te maken. De energieverliezen door transmissie en ventilatie moeten dus tot een minimum worden beperkt terwijl de energiewinst door zonbenutting en interne warmteproductie optimaal benut moet zijn. Bovendien moet de voor de stookbehoefte toegevoerde warmte door energiezuinige installaties worden opgewekt en verspreid. Vijftig procent van de stookbehoefte van een standaard geïsoleerde woning ($u = 0.5$) is redelijk haalbaar [bron: 1].

2.2.2. zonbenutting (Z):

De zonbenutting is de hoeveelheid door de zon aangeleverde warmte die aan een woning ten goede komt door instraling door openingen in het dak of in de gevel of door toepassing van zonneënergie-systemen. De hoeveelheid zonne-warmte die daadwerkelijk bijdraagt aan de warmtebehoefte van een woning wordt bepaald door:

- de oriëntatie van de woning en de mate van belemmering (schaduwwerking);
- de afmetingen van de openingen waardoor de zon naar binnen komt en de glas-soort;
- de mate van benutting van de zonnepwarmte door de zonne-energiesystemen.

De zonnepwarmte kan direct en indirect (diffuus) de woning bereiken. De totale hoeveelheid zonnepwarmte die per stookseizoen (september t/m mei) op een verticaal vlak valt bedraagt [bron: 25]:

op het zuiden:	590 kWh/m ²
op het zuidwesten en zuidoosten:	490 kWh/m ²
op het westen en oosten:	310 kWh/m ²
op het noordoosten en noordwesten:	220 kWh/m ²
op het noorden:	200 kWh/m ²

Niet al deze warmte kan aan de warmtebehoefte ten goede komen.

De zonbenutting kan bij een woning in Nederland variëren tussen 15% (normale woning) en 40% (zeer energiebewust ontworpen woning) van de totale warmtebehoefte [bron 2].

De zonneënergie kan met behulp van verschillende systemen worden benut. Te weten:

a. met passieve zonneënergiesystemen (PZE)

Dit zijn bouwkundige voorzieningen, zonder installatietechnische elementen, die de zonneënergie opvangen, eventueel opslaan, en ten goede laten komen aan ruimteverwarming. Er is geen energie nodig om het systeem te laten werken. Voorbeelden: ramen, serres en bouwmassa.

b. met actieve zonneënergiesystemen (AZE)

Dit zijn installatietechnische hulpmiddelen die de zonneënergie opvangen, transporteren, opslaan en ten goede laten komen aan ruimte- en/of tapwaterverwarming. Er is energie nodig om het systeem te laten werken.

Voorbeelden: zonnecollectoren en zonneboilers

Bij de huidige stand van zaken staan de investeringskosten van AZE-systemen in geen verhouding tot de opbrengst. De zonne-boiler vormt hierop een uitzondering onder andere door een subsidieregeling.

c. met hybride zonneënergiesystemen (HZE)

Dit zijn mengvormen van passieve en actieve systemen waarmee een hoger rendement kan worden bereikt.

Voorbeeld: Met een ventilator de in een serre opgevangen warmte naar een ande-

re ruimte transporteren.

HZE-systemen brengen hoge investerings- en exploitatiekosten met zich mee. De toepassing ervan is daarom aan strengere criteria verbonden dan PZE-systemen.

2.2.3.

Interne warmteproductie (I):

Interne warmteproductie is de som van de hoeveelheid warmte die door personen wordt afgestaan (circa 90 W per persoon continu) en de hoeveelheid warmte die vrijkomt bij huishoudelijke processen en verlichting. Het benuttingspercentage is onder andere afhankelijk van het isolatienivo van de woning.

Ter indicatie [bron 8 + 21]:

Bij een 4/5-kamerwoning bedraagt de interne warmteproductie circa 3000 kWh per stookseizoen (= 15 kWh per dag). Bij een 2/3-kamerwoning circa 2000 kWh.

voorbeeld :

interne bronnen	kWh/jaar	benuttings-aandeel	kWh benut/stookseizoen (van negen maanden)
electrische apparaten	3500	0.4	1050
tapwater	3600	0.3	810
koken	1200	0.3	270
personen (1.5)	1200	0.7	810
totaal:			2940 kWh

2.2.4.

Ventilatieverlies (V):

Ventilatieverlies ontstaat voor een deel door bewuste ventilatie, voor een deel door onbewuste ventilatie.

Bewuste ventilatie:

Bewuste afvoer van vervuilde warme lucht en aanvoer van schone koele lucht.

Onbewuste ventilatie:

Afvoer van warme lucht door kieren, naden en geopende deuren (infiltratie).

De grootte van de totale ventilatieverliezen is afhankelijk van het totale ventilatievoud en het gemiddelde luchttemperatuurverschil tussen de woning en de buitenlucht (zie ook hoofdstuk 2.2).

2.2.5.

Transmissieverlies (T):

Met het (lucht)temperatuurverschil tussen binnen en buiten als stuwende kracht, vindt een warmtestroom plaats door de schil van de woning naar buiten toe. De grootte van het transmissieverlies is afhankelijk van de warmteweerstand en de oppervlakten van de toegepaste constructies.

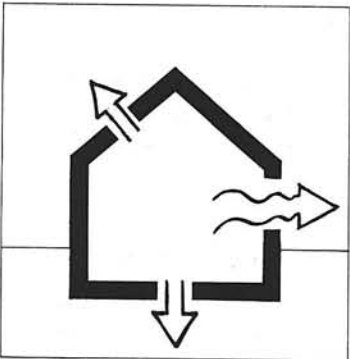
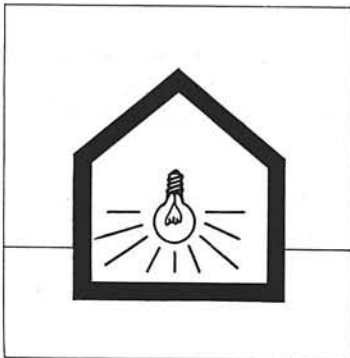
2.3.

de behaaglijkheidscriteria

Onder bepaalde klimatologische omstandigheden voelt een mens zich behaaglijk. Naar de fysiologische achtergronden van deze 'gewenste' omstandigheden wordt al jarenlang onderzoek gedaan. Het meest bekend op dit gebied zijn de onderzoeken van P.O. Fanger [bron 74].

De belangrijkste (klimaat)aspecten die van invloed zijn op de behaaglijkheid zijn:

- de luchttemperatuur
- de temperatuurgradiënt
- de stralingstemperatuur
- de aanwezigheid van thermische massa (oppervlaktetemperatuur)
- de luchtverversing



- de lichtsnelheid
- de relatieve vochtigheid
- de bezonning.

2.3.1.

de luchttemperatuur

De luchttemperatuur die in een woning als het meest behaaglijk wordt ervaren ligt gemiddeld tussen de 19 en 23°C en is mede afhankelijk van de buitentemperatuur. Bij verhoging van de gemiddelde woningluchttemperatuur met één graad stijgt het energieverbruik met 8-10% [bron: 18].

Om aan alle individuele temperatuurwensen tegemoet te komen wordt in het Programma Van Eisen (PVE) vaak om de volgende gemiddelde temperaturen gevraagd:

- woonkamer 22°C
- open keuken 22°C
- werkkeuken 20°C
- slaapkamer 20°C
- verkeersruimte 15°C
- badkamer 22°C

Eenvoudige energieverliesberekeningen gaan vaak uit van een gemiddelde woning- en buitentemperatuur. Het energieverbruik kan bepaald worden met behulp van het aantal graduren per stookseizoen (zie bijlage 2). Het aantal graduren is plaatsafhankelijk.

2.3.2.

de temperatuurgradiënt

Het wordt als onbehaaglijk ervaren wanneer in een vertrek te grote temperatuurverschillen optreden. Zowel verticaal als horizontaal.

Ter indicatie: De verticale temperatuurgradiënt moet per meter kleiner of gelijk zijn dan 2°C.

2.3.3.

de stralingstemperatuur

De temperatuur in een woning is zowel afhankelijk van de lucht- als van de stralingstemperatuur. De som van de gemiddelde luchttemperatuur en de gemiddelde stralingstemperatuur noemen we $T_{\text{effectief}}$. We voelen ons behaaglijk als [bron 29]:

$$T_{\text{effectief}} = T_{\text{lucht}} + T_{\text{straling}} = 38-40^{\circ}\text{C}$$

Daarnaast moet getracht worden het verschil tussen T_{lucht} en T_{straling} zo klein mogelijk te houden. Vijf graden is maximaal.

De stralingstemperatuur in een vertrek wordt in negatieve zin beïnvloed door het raam. Er ontstaat vaak koudeval en koudestraling. Deze verschijnselen kunnen worden beperkt door de hoogte en de breedte van het raamoppervlak te beperken, glas met een hoge warmteweerstand toe te passen, compenserende stralingsvlakken onder het raam te plaatsen of het raam van onder af met warme lucht aan te blazen.

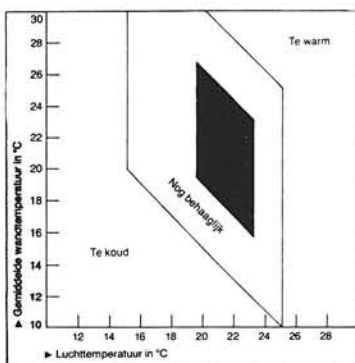
Ter indicatie:

$$\text{als } u_{\text{dubbel glas}} = 3 \text{ dan: } \begin{aligned} h_{\text{glas}} &\leq 1.50\text{m} \\ b_{\text{glas}} &\leq 2.00\text{m} \end{aligned}$$

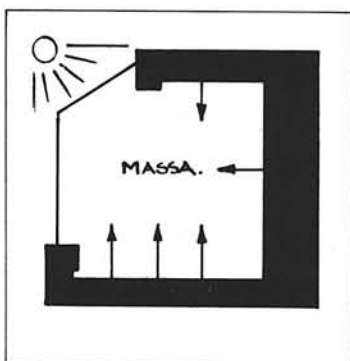
Vooraf wanneer geen gevelgebonden verwarmingselementen worden toegepast, zoals bij luchtverwarming met centrale inblaas of bij lokale verwarming, is het van belang deze ontwerpregels te hanteren.

Ook aan de temperatuur van de vloer worden eisen gesteld. [bron 29]: $17^{\circ}\text{C} \leq T_{\text{vloer}} \leq 25^{\circ}\text{C}$

De bovengrens is vooral van belang als vloerverwarming wordt toegepast.



figuur 6



2.3.4.

de aanwezigheid van thermische massa (oppervlaktetemperatuur)

Wanden kunnen warmte vasthouden. De mate waarin ze dat doen is mede afhankelijk van het accumulerend vermogen van de wand. Een wand met een kleine thermische massa (bijvoorbeeld houtskeletbouw) neemt weinig warmte op. In de zomer bestaat dus kans op oververhitting. Het verdient daarom aanbeveling bij een dergelijke constructie het glasoppervlak op het zuiden te beperken of zonwering toe te passen.

Een wand met een grote thermische massa (bijvoorbeeld een betonwand) slaat een tijdelijk overschot aan warmte op en staat deze langzaam weer af. Een dergelijke wand kan dus bijdragen aan een stabiel binnenklimaat en comfortverhogend en energiebesparend werken. Wanneer de bewoners echter vaak afwezig zijn en tijdens de afwezigheid de temperatuur laag houden, duurt het met een dergelijke constructie lange tijd voor de juiste binnentemperatuur is bereikt. In dat geval is de wand comfortverlagend en nachtverlaging niet energiebesparend.

2.3.5.

de luchtverversing

Per tijdseenheid moet in een woning een bepaalde hoeveelheid lucht worden verversen ten behoeve van:

- de toevoer van voldoende zuurstof
- de afvoer van verontreinigingen in de lucht, afkomstig van mensen, activiteiten en (bouw)materialen
- de afvoer van vocht.

De te verversen hoeveelheid lucht is afhankelijk van het aantal personen, het activiteitsniveau, de toegepaste (bouw)materialen en de grootte van de ruimte. Uit onderzoek blijkt dat na 'huisdieren', 'rokers' de grootste vervuilers zijn [bron 37].

Het aantal malen, dat de gehele woning per uur wordt verversen, noemen we het ventilatievoud (n). n_{totaal} is afhankelijk van ventilatie en infiltratie.

$$n_{\text{totaal}} = n_{\text{bewuste ventilatie}} + n_{\text{onbewuste ventilatie (infiltratie)}}$$

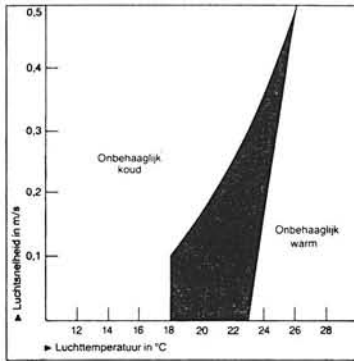
In beschut stedelijk gebied: $n_{\text{(infiltratie)}} = 0.4 - 0.9$ [bron: 75]

In verband met een gezond klimaat in de woning mag n_{totaal} vrij hoog zijn. Uit energiebesparingsoogpunt wordt juist een lage waarde gewenst. n_{totaal} mag daarom niet kleiner zijn dan 0.5 en niet hoger dan 1 [bron18].

$n_{\text{(infiltratie)}}$ is afhankelijk van wind, thermische trek en de luchtdichtheid. Omdat deze factoren moeilijk zijn in te schatten mag de infiltratie niet tot de minimaal vereiste ventilatievoorzieningen worden gerekend om te voldoen aan de minimaal vereiste luchtverversing.

De vereiste luchtverversing (gemiddeld) volgens de Modelbouwverordening (MBV):

	(m ³ /h)
- gesloten keuken $\geq 10\text{m}^3$	100
- gesloten keuken $\leq 10\text{m}^3$	75
- open keuken/woonkamer	150
- badkamer	50
- toilet	25
- slaapkamer klein	25
groot	50



2.3.6. de luchtsnelheid

Door ventilatie, infiltratie en temperatuurgradiënten staat in een woning de lucht nooit helemaal stil. Er is sprake van een luchtsnelheid (S) en wanneer deze te hoog wordt gevonden, spreekt men over 'tocht'. Het hangt mede van de optredende luchttemperatuur en van de bewonersactiviteiten af welke luchtsnelheid als onbehaaglijk wordt ervaren.

Ter indicatie [bron 74]:

Bij een luchttemperatuur van 19°C kan een luchtsnelheid van 0.1 m/s al als hinderlijk worden ervaren, terwijl bij een luchttemperatuur van 25°C een luchtsnelheid van 0.5 m/s nog geen klachten hoeft te geven.

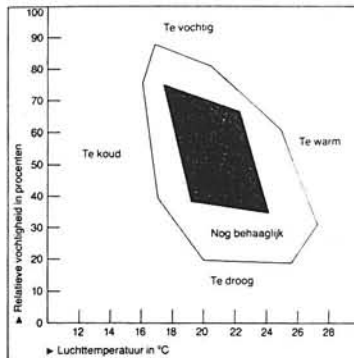
In het algemeen:

als $T_i = 20\text{-}22^{\circ}\text{C}$ dan $S_{\text{maximaal}} = 0.15\text{ m/s}$

Tochtklachten kunnen optreden in de buurt van luchttoevoerroosters van luchtverwarming en gebalanceerde mechanische ventilatie. Het is daarom noodzakelijk het inblaaspunt, het luchttoevoerrooster en de luchthoeveelheid bij het ontwerp goed te bepalen.

2.3.7. de relatieve vochtigheid

Of de relatieve vochtigheid van de lucht als acceptabel wordt beschouwd, hangt af van de luchttemperatuur. Uit figuur 7 blijkt dat hoe hoger de luchttemperatuur is, hoe lager de als behaaglijk ervaren relatieve vochtigheid is. Bij warm weer 's zomers wordt de lucht daarom vaak als te vochtig ervaren.



In het algemeen geldt: $35\% \leq r.v.\text{-gewenst} \leq 75\%$

Deze extremen treden in goed geïsoleerde en minimaal geventileerde woningen echter zelden op zodat het meestal niet nodig is in de woning extra maatregelen te treffen (bijvoorbeeld het aanbrengen van een bevochtiger).

De gemiddelde relatieve vochtigheid van de buitenlucht per seizoen [bron 45]:

's winters:	75-85%
voor- en najaar:	65-80%
's zomers:	60-70%

2.3.8. de bezonning

Naast goede binnencondities, zoals een behaaglijke temperatuur, is een goede bezonning van woonvertrekken en buitenruimte belangrijk voor het behaaglijkheidsgevoel van de gebruiker.

De behoefte aan zon is niet getalsmatig uit te drukken, maar is zeker van belang voor het wooncomfort.

2.4. samenvatting

- Energiebesparen bij woningbouw is het treffen van maatregelen in een woning die leiden tot een lager energieverbruik dan gebruikelijk is en die het wooncomfort niet negatief beïnvloeden.
- Om energie te kunnen besparen is het noodzakelijk kennis te hebben van de energiebalans en de behaaglijkheidscriteria.
- De energiebalans in formule: $S = V + T - I - Z$.
Hierbij is S de stookbehoefte of bijstook, V het energieverlies door ventilatie, T het energieverlies door transmissie, I de energiewinst door interne warmteproductie

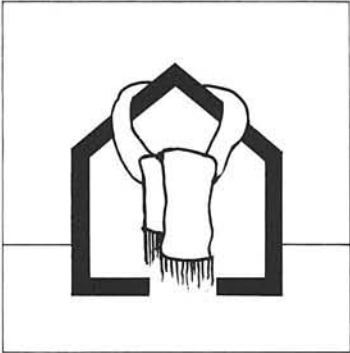
figuur 7

en Z de energiewinst door zonbenutting.

- Als het energieverlies door ventilatie en transmissie wordt verkleind, neemt de bijdrage van de zonbenutting en de interne warmteproductie ook af. Hoe energiezuiniger een woning dus is, hoe geringer de opbrengst door nieuwe energiebesparende maatregelen. Dit verschijnsel staat bekend als "**de wet van de verminderde meeropbrengst**".
- Zonneënergie kan met behulp van verschillende systemen worden benut:
 - met passieve zonneënergiesystemen (PZE)
 - met actieve zonneënergiesystemen (AZE)
 - met hybride zonneënergiesystemen (HZE)
- De belangrijkste (klimaat)aspecten die van invloed zijn op de behaaglijkheid zijn:
 - de luchttemperatuur
 - de temperatuurgradiënt
 - de stralingstemperatuur
 - de aanwezigheid van thermische massa (oppervlaktestraling)
 - de luchtverversing
 - de luchtsnelheid
 - de relatieve vochtigheid
 - de bezonning

hoofdstuk 3

RENOVATIE EN ENERGIEBESPARING



Sinds de oliecrisis van 1973 en de daarop volgende stijging van de gasprijzen wordt bij renovatie aandacht aan energiebesparing besteed. Dankzij voorlichting en subsidiëring in het kader van het Nationaal Isolatie Programma (NIP) kregen in de loop der jaren een groot deel van de woningen op enigerlei wijze isolatie.

De motivatie om energie te besparen was duidelijk; enerzijds dreigde er een tekort aan energiebronnen, anderzijds bood energiebesparing goede mogelijkheid tot kostenverlaging. Toen in 1986 de energieprijzen daalden moest energiebesparing op andere wijze worden gestimuleerd. Vanaf dat moment werd ook gewezen op de comfort- en kwaliteitsverbetering die bijvoorbeeld isolatie met zich meebrengt. Begin 1987 verdwenen echter de aparte energiebesparingsubsidies waardoor het animo van investeerders tot een minimum daalde. Maar in oktober 1988 keerde het tij. Toen verscheen het ministriële rapport "Zorgen voor Morgen" waarin de kritieke toestand van het milieu helder werd uiteengezet. Dit rapport werd gevolgd door het Nationaal Milieubeleidsplan en uit beide stukken bleek het grote belang van energiebesparing in de strijd tegen de milieuverontreiniging. Milieubescherming vormt nu de stimulans tot besparing van energie.

In de volgende hoofdstukken zullen de mogelijkheden tot energiebesparing bij renovatie van vooroorlogse gestapelde woningbouw uitgebreid worden besproken. In dit hoofdstuk zullen met betrekking tot dit onderwerp eerst een aantal essentiële vragen worden beantwoord.

- Op welk niveau kan bij renovatie energie worden bespaard? (§ 3.1.)
- Hoe wordt energiebesparing bij renovatie gefinancierd? (§ 3.2.)
- Hoe kunnen verhuurders, huurders en eigenaar/bewoners tot energiebesparing worden aangezet? (§ 3.3.)
- Hoe wordt energiebesparing ingepast in het planproces? (§ 3.4.)

3.1.

Op welk niveau kan bij renovatie energie worden bespaard?

In principe kan elke vorm van renovatie energiebesparing tot gevolg hebben. Hoeveel energie wordt bespaard hangt echter af van de hoeveelheid en de effectiviteit van de getroffen maatregelen.

Bij laag niveau-renovatie mogen alleen bouwtechnische gebreken worden aangepakt. Isolatie is niet aan de orde. Het energiebesparend effect van deze ingreep zal dus gering zijn. Tenzij de bewoners door intensieve voorlichting tot energiebewust gedrag worden aangemoedigd.

Bij midden-niveau-renovatie valt een beter resultaat te verwachten. De woningen kunnen worden geïsoleerd en van een nieuwe installatie worden voorzien. De plattegrond en differentiatie kunnen niet worden aangepast maar het is wel mogelijk bijzondere energiebesparende maatregelen te treffen.

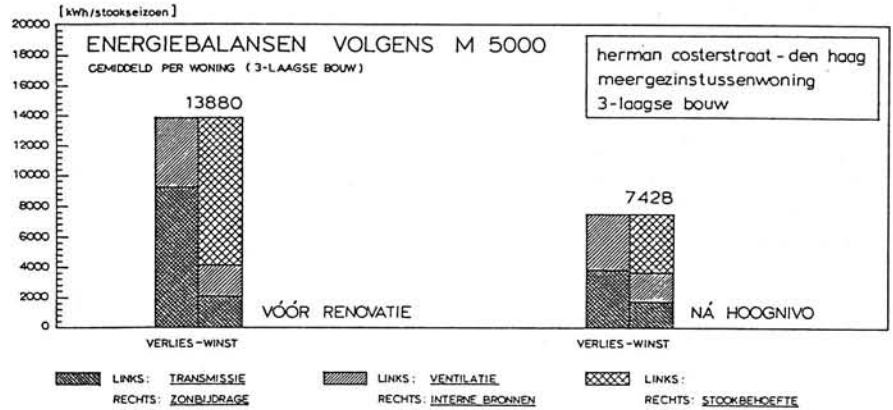
Hoog-niveau-renovatie biedt de meeste mogelijkheden. Alle, in deze handleiding besproken, maatregelen kunnen bij hoog-niveau-renovatie worden toegepast. De investeringskosten bedragen bij hoog-niveau-renovatie 60 tot 100% van de bouwkosten bij vergelijkbare nieuwbouw. En hoe hoger het investeringsniveau, hoe lager de relatieve meerkosten van energiebesparende maatregelen.

Wanneer niet meer dan normale aandacht aan energiebesparing wordt besteed, blijkt het verschil in energieverbruik voor en na renovatie vaak gering te zijn. De oorzaak hiervan ligt bij geriefsverhogende maatregelen. Deze verbruiken vaak veel energie. Bijvoorbeeld; de installatie van een cv in plaats van kachels, het aanbrengen van een douche en het vergroten van het woonoppervlak per persoon. Om het energiever-



bruik terug te dringen moet er dus meer gebeuren dan nu gebruikelijk is.

Schematisch gezien kan de energiebalans van een vooroorlogse woning er, bij standaard uitgevoerde hoog-niveau-renovatie, als volgt uit zien [bron: 1,2]:



figuur 8

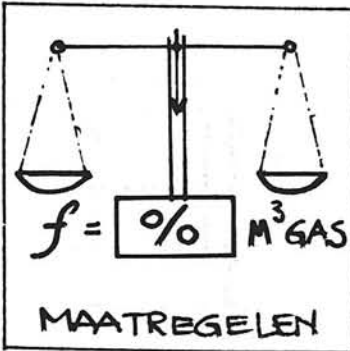
3.2.

Hoe wordt energiebesparing bij renovatie gefinancierd?

De exploitatie van een hoog-niveau-renovatie complex wordt in het algemeen over een periode van 40 jaar sluitend gemaakt. Bij midden-niveau-renovatie wordt meestal een afschrijvingsperiode van 15 jaar aangehouden. Energiebesparende maatregelen moeten dus binnen deze periode hun investering hebben opgebracht om rendabel te kunnen zijn.

Om het financiële plaatje gunstig uit te doen komen, kan de opdrachtgever (onder voorwaarde dat noodzakelijke maatregelen altijd worden uitgevoerd) een aantal dingen doen, namelijk:

- het toepassen van maatregelen die geen extra investering vragen
- het toepassen van rendabele maatregelen
- het toepassen van onderhoudsarme maatregelen
- het gebruik maken van subsidies.



3.2.1.

Het toepassen van maatregelen die geen extra investering vragen

Een aantal energiebesparende voorzieningen (bijvoorbeeld een bepaald isolatiepakket) moet standaard in plannen voor hoog-niveau-renovatie zijn opgenomen om aan de eisen van de gemeentelijke bouwverordening tegemoet te komen. Dergelijke voorzieningen moeten dus niet als lasten-verzwarend worden beschouwd. Wanneer op plattegrond-, gevel- en ontsluitingsniveau wijzigingen worden doorgevoerd kan hierbij, zonder veel extra kosten, met energiebesparing rekening worden gehouden. Hetzelfde geldt voor het vernieuwen van de installaties.

3.2.2.

Het toepassen van rendabele maatregelen

Om de totale woonlasten niet te doen stijgen, moeten de energielasten aanzienlijk worden beperkt. Bij de keuze van de toe te passen maatregelen is een kosten/batena-analyse dus noodzakelijk. Een dergelijke analyse levert meestal de volgende "top 5" van maatregelen op:





1. kierdichting/vermindering luchtdoorlatendheid (zie 7.3.)
2. extra isoleren (zie 7.4.)
3. energiezuinige ruimte- en tapwaterverwarming (zie hst. 8)
4. zonneënergie-systemen (anders dan raam) (zie 7.2.)
5. gebalanceerde mechanische ventilatie en warmte-terug-winning (zie hst.8).

ad. 2.

In volgorde van prioriteit:

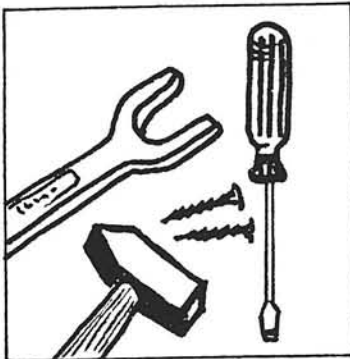
- raamopeningen aanpakken (hst. 7.3.1)
- koudebruggen inpakken (hst. 7.3.4)
- daken (hst. 7.3.1.)
- gevels (hst. 7.3.1.)
- vloeren (hst. 7.3.1.).

ad. 4.

De meest rendabele oplossingen bij zonne-energiesystemen zijn:

- zonnepaneel met luchtspouw in de gevelpui opnemen
- dichtzetten van loggia met glas (serre-effect)
- toepassen van zonneboilers.

Het rendement van de diverse maatregelen is uiteraard afhankelijk van de ontwikkeling in energieprijzen en de kosten van de toepasbare producten.



3.2.3.

Het toepassen van onderhoudsarme maatregelen

Energiebesparende maatregelen die extra onderhoud met zich meebrengen belasten de exploitatierekening van de verhuurder en dus ook de huur. Het is dus bij de keuze van energiebesparende maatregelen van belang om onderhoudsgevoelige onderdelen en installaties zoveel als mogelijk te vermijden.

Bijvoorbeeld:

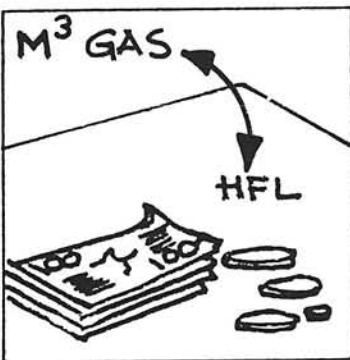
- door zoveel mogelijk te kiezen voor onderhoudsarme materialen zoals kunststof (ramen), volkern (bepaling), metselwerk (gevel), houtconservering en geen buitenschilderwerk. Kunststof is overigens een milieu-onvriendelijk materiaal
- door een eenvoudige gestandaardiseerde detaillering: de aannemer/bouwer maakt minder snel fouten die tot extra onderhoud kunnen leiden
- door een bouwfysisch goede detaillering toe te passen die vocht- en schimmelproblemen voorkomt
- door het aantal beweegbare delen in de gevel te beperken. Deze zijn behalve duur ook onderhoudsgevoelig
- door het niet toepassen van experimentele installaties zonder garantieverklaringen en keuren
- door het vermijden van ingewikkelde installaties (eenvoudigheid troef)
- door een goede bereikbaarheid te garanderen van gevoelige installatie-onderdelen zoals pomp, ventilator en ontsteking
- door een zorgvuldige uitvoering door aannemer en installateur (voldoende toezicht).

3.2.4.

Het gebruik maken van subsidies

De gebruikelijke energiebesparende maatregelen zoals isolatie en dubbel glas worden voor de bestaande woningbouw niet meer apart gesubsidieerd. Deze maatregelen zijn gelijkgesteld aan alle andere bouw- en woontechnische verbeteringen in een algemene woningverbeteringsubsidie (RGSVH).

In het Nationaal Milieubeleidsplan staat aangekondigd dat er in 1990 weer een aparte na-isolatie- subsidieregeling komt ter grootte van 70 miljoen gulden per jaar. Daarnaast wordt een extra budget van 39 miljoen gulden per jaar beloofd, als aanvulling op de RGSVH voor energiebesparende maatregelen bij groot onderhoud en renovatie.



Voor een aantal energiebesparende voorzieningen bestaat wel een aparte subsidieregeling. Bijvoorbeeld voor warmtekrachtkoppeling, zonneënergie, windenergie en energiezuinige verlichting. Ook hebben sommige provincies en gemeenten aparte subsidieregelingen in het leven geroepen.

3.3.

Hoe kunnen verhuurders, huurders en eigenaar/bewoners tot energiebesparing worden aangezet?

Onder het aanzetten tot energiebesparing wordt verstaan:

- het aanzetten tot toepassing van energiebesparende maatregelen
- het aanzetten tot energiebewust gedrag



3.3.1.

Het aanzetten tot toepassing van energiebesparende maatregelen

Verhuurders en eigenaar/bewoners moeten worden aangemoedigd om energiebesparende maatregelen te treffen. Door de afwezigheid van een goede subsidievoorziening zijn met name verhuurders hier in het algemeen niet voor te vinden. Om de exploitatieopzet van hoogniveau-renovatie "rond" te maken, zal de verhuurder eerder geneigd zijn tot een sobere uitvoering waarbij energiebesparende en woonlastenverlagende maatregelen op de tweede plaats komen.

De verhuurder moet er dus van worden overtuigd dat energiebesparende maatregelen:

- niet altijd tot verhoging van de investering leiden;
- niet los gezien kunnen worden van andere bouw-, woon- en installatietechnische maatregelen
- de woonlasten kunnen verlagen
- het comfort en dus ook de verhuurbaarheid kunnen verhogen
- het milieu helpen sparen.

Persoonlijke, mondelinge voorlichting heeft het meest overtuigende effect.

3.3.2.

Het aanzetten tot energiebewust gedrag

Het energieverbruik is voor een groot deel beïnvloedbaar door bewonersgedrag. De opdrachtgever kan energiebesparend gedrag op verschillende wijzen stimuleren. Bijvoorbeeld door:

- a. energiebesparing-stimulerende maatregelen in het ontwerp
- b. het treffen van maatregelen waarop gebruikers geen invloed hebben
- c. voorlichting

A. ENERGIEBESPARING-STIMULERENDE MAATREGELEN IN HET ONTWERP

Het is mogelijk maatregelen te treffen op ontwerpniveau die bewoners er toe zetten energiebesparend te handelen. Bijvoorbeeld:

- gebruikersvriendelijke installaties (eenvoudige bediening en regeling)
- lokale verwarming of méérzoneverwarming (maakt selectief stoken mogelijk)
- goed geventileerde ruimte om de was te drogen (geen condensproblemen)
- goed regelbare ventilatievoorzieningen
- snelle doorspuikbaarheid mogelijk maken (in geval van oververhitting)
- goede plaatsing afzuigpunten bij mechanische ventilatie en inblaaspunten bij gebalanceerde ventilatie (bij verkeerde plaatsing en daarmee samenhangende tochtproblemen kunnen bewoners ertoe over gaan de afzuigpunten af te sluiten)
- gesloten keuken (het te verwarmen en het af te zuigen volume wordt hierdoor verkleind)
- wasemkap boven kooktoestel (gericht afzuigen)
- deurdrangers op deuren naar "buffers"
- goede daglichtvoorziening (beperkt gebruik kunstlicht)
- geen verwarming in verkeersgebied (de deuren blijven dicht waardoor het warm te stoken volume verkleint)
- energiebesparende douchekop.



B. HET TREFFEN VAN MAATREGELLEN WAAROP GEBRUIKERS GEEN INVLOED HEBBEN

Gebruikersonafhankelijke energiebesparende maatregelen hebben als voordeel dat het functioneren ervan niet van bewonersgedrag afhankelijk is en het resultaat daarvoor beter is in te schatten. Het blijkt in de praktijk echter vaak moeilijk te zijn bewoonsonafhankelijke maatregelen te treffen. Bovendien roepen deze maatregelen eerder klachten bij gebruikers op. De irritatie is namelijk veel groter wanneer op overlast veroorzaakt door de maatregelen geen invloed is uit te oefenen.

Voorbeelden van gebruikersonafhankelijke maatregelen:

- aan de verwarming gekoppelde gebalanceerde mechanische ventilatie in plaats van mechanische afzuiging
- spectraal selectief glas in plaats van isolerende buitenluiken
- geen waakvlam.

C. VOORLICHTING

Het is van belang bewoners op effectieve wijze van voorlichting te voorzien. In de praktijk blijkt mondelinge en persoonlijke voorlichting het meest effectief te zijn. Met name voorlichting door burens en kennissen ("mond-op-mond" reclame) werpt vruchten af.

Bewoners van gerenoveerde woningen dienen door middel van voorlichtingsbijeenkomsten en een schriftelijke gebruiksaanwijzing op de hoogte te worden gesteld van de kenmerken van hun kieldichte en goed geïsoleerde woning. Hun stook-, was-, droog-, kook- en ventilatiegedrag vraagt misschien om aanpassing.

Terugkerende en nieuwe bewoners moeten tijdig en zorgvuldig op de hoogte worden gebracht.



3.4.

Hoe wordt energiebesparing ingepast in het planproces?

Vaak dreigt tijdens het complexe planproces, door de bemoeienis van vele partijen, de energiebesparing als uitgangspunt onderbelicht te raken. Om de energiebesparende aspecten te bewaken, moeten deze al in een vroeg stadium in het planproces worden opgenomen. Dit kan op de volgende wijze:

fase 1 – programma van eisen

- uitvoeren van goede bezonningsstudies op grond waarvan de bouwhoogte, eventuele sloop, groenvoorziening en windgevoeligheid kan worden vastgesteld
- vaststellen van de oriëntatie en bezonning van de buitenruimten
- woontechnische randvoorwaarden ten aanzien van de relaties wonen/keuken en wonen/slappen vast stellen
- vaststellen van een norm voor het energieverbruik in m³ aardgas equivalenten (a.e.)/woning/jaar
- vaststellen van een maximum woonlastengrens (inclusief huur, stook- en servicekosten)
- een taakomschrijving voor de energiedeskundige of architect opstellen waarin een
 - toetsing van het plan aan de criteria en een berekening van het te verwachten energieverbruik zijn opgenomen
- principe keuze installatie voor ventilatie en verwarming.

fase 2 – onderzoek bestaande toestand

- inventariseren van de woonwensen van de bewoners (oriëntatie woonvertrekken, relatie wonen/koken, relatie wonen/slappen, comfortniveau ruimteverwarming, comfortniveau ventilatie- voorzieningen, comfortniveau tapwater)
- analyseren van de bouwtechnische bouwstructuur (vochtproblemen, koudebruggen, isolatiemogelijkheden, mogelijkheden voor een compactere bouwvorm, mogelijke raamvergroting/verkleining).



fase 3 – voorlopig ontwerp

In dit stadium worden keuzes gemaakt met betrekking tot sloop, gebouwworm, ontsluitingsvorm, differentiatie en oriëntatie van vertrekken. Deze beslissingen zijn in een later stadium niet of slechts met grote moeite terug te draaien en moeten dus goed overwogen worden.

Omtrent het isolatie- en installatiepakket moeten in dit stadium voorstellen worden gedaan. Deze moeten op (globale) energieberekeningen zijn gebaseerd.

fase 4 – definitief ontwerp

Op basis van een kosten/baten-analyse moet een keuze worden gemaakt uit de voorgestelde ontwerpvarianten en isolatie- en installatiepakketten. Met inachtneming van de financiële haalbaarheid en de uitvoerbaarheid van het bouwplan als totaal, moeten zoveel mogelijk energiebesparende maatregelen in het verbeteringspakket worden opgenomen.

fase 5 – besteksfase

Een eenvoudige detaillering leidt tot een betere uitvoering van de voorgestelde constructies. Onderhoudsarme detaillering en de toepassing van onderhoudsarme materialen ver laagt de exploitatiekosten. Hiermee moet in de besteksfase rekening worden gehouden.

fase 6 – aanbestedingsfase

Bij de selectie dienen de eventuele aannemer en zijn onderaannemers ondermeer gekozen te worden op basis van zorgvuldigheid en kennis. Een goede kostenkennis aan de kant van de opdrachtgever, architect of energiedeskundige kan voorkomen dat een energiebesparende maatregel een bezuinigingsronde niet overleeft.

fase 7 – uitvoering

Een zorgvuldige uitvoering conform voorschriften en bestek van met name bouwfysische aspecten en installatie, dienen door kundig en intensief toezicht te worden bewaakt.

fase 8 – bewoning

De gerenoveerde woning heeft totaal andere eigenschappen dan hij had voor renovatie. Met name het stook- en ventilatiegedrag van de bewoners zal aan de vernieuwde woning moeten worden aangepast. Zorgvuldige en tijdige begeleiding van dit omschakelingsproces voorkomt enerzijds bouw- en comforttechnische problemen en anderzijds een eerste negatieve reactie van de bewoners.

Om voldoende druk op de aannemer uit te kunnen oefenen teneinde klachten en gebreken tijdig op te lossen, moet een royale onderhoudstermijn worden overeengekomen.



3.5.

samenvatting

- De huidige milieuproblematiek vormt een nieuwe stimulans tot besparing van energie. In het verleden vormden het dreigende energietekort en de stijgende gasprijs de aanleiding tot energiebesparing.

OP WELK NIVEAU KAN BIJ RENOVATIE ENERGIE WORDEN BESPAARD?

- In principe kan elke vorm van renovatie energiebesparing tot gevolg hebben.
- Bij laag niveau-renovatie mogen alleen bouwtechnische gebreken worden aangepakt. Isolatie is niet aan de orde. Het energiebesparend effect van deze ingreep zal dus gering zijn.
- Bij midden-niveau-renovatie valt een beter resultaat te verwachten. De woningen kunnen worden geïsoleerd en van een nieuwe installatie worden voorzien. De plattegrond en differentiatie kunnen niet worden aangepast maar het is wel mogelijk bijzondere energiebesparende maatregelen te treffen.

- Hoog-niveau-renovatie biedt de meeste mogelijkheden. Alle, in deze handleiding besproken, maatregelen kunnen bij hoog-niveau-renovatie worden toegepast.

HOE WORDT ENERGIEBESPARING BIJ RENOVATIE GEFINANCIERD?

Door:

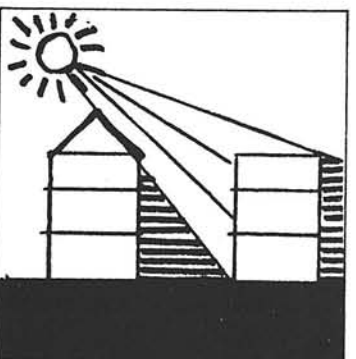
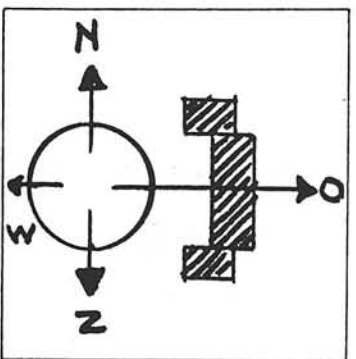
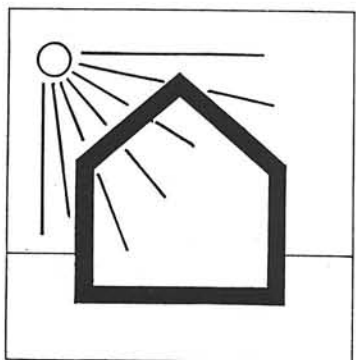
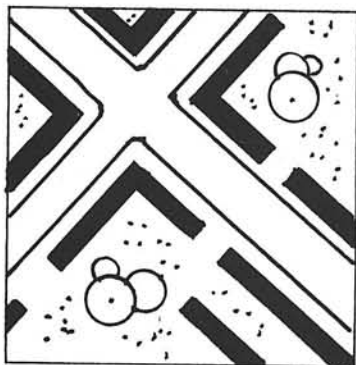
- het toepassen van maatregelen die geen extra investering vragen
- het toepassen van rendabele maatregelen
- het toepassen van onderhoudsarme maatregelen
- het gebruik maken van subsidies.

HOE KAN TOT ENERGIEBESPARING WORDEN AANGEZET?

Door:

- Het aanzetten tot toepassing van energiebesparende maatregelen
De verhuurder moet er van worden overtuigd dat energiebesparende maatregelen:
 - niet altijd tot verhoging van de investering leiden
 - niet los gezien kunnen worden van andere bouw-, woon- en installatietechnische maatregelen
 - de woonlasten kunnen verlagen
 - het comfort kunnen verhogen
 - het milieu helpen sparen
 - Het aanzetten tot energiebewust gedrag
- Het energieverbruik is voor een groot deel beïnvloedbaar door bewonersgedrag. De opdrachtgever kan energiebesparend gedrag op verschillende wijzen stimuleren. Bijvoorbeeld door:
 - a. energiebesparing-stimulerende maatregelen in het ontwerp
 - b. het treffen van maatregelen waarop bewoners geen invloed hebben
 - c. voorlichting
- Energiebesparing kan tijdens elke fase in het planproces worden ingepast.

hoofdstuk 4 STEDEBOUWKUNDIG ONTWERP



figuur 9

4.1. algemeen

Bij renovatie is, in tegenstelling tot bij nieuwbouw, de stedenbouwkundige situatie een dwingend uitgangspunt. De mogelijkheid tot wijziging is in de meeste gevallen gering.

Bepalend voor een stedenbouwkundig ontwerp zijn:

- de woningdichtheid
- de bebouwingsvorm (bijvoorbeeld strokenbouw of gesloten bouwblokken)
- de bouwhoogte
- de afstand tussen de bebouwing
- de oriëntatie van de gevel

4.2. benutting zonneënergie

Of een te renoveren woningcomplex zonneënergie kan benutten wordt bepaald door:

- de oriëntatie van de woningen
- de mate van belemmering

4.2.1. de oriëntatie

Volgens zonintensiteitsmetingen van het KNMI in de Bilt bedraagt de totale hoeveelheid zon (direct en indirect) die gedurende het stookseizoen op een onbelemmerde gevel valt:

op het zuiden:	590 kWh/m ²
op het zuidoosten of zuidwesten:	490 kWh/m ²
op het westen of oosten:	310 kWh/m ²

op het noordoosten of noordwesten:	220 kWh/m ²
op het noorden:	200 kWh/m ²

De zonnewarmte die gevels op het noorden, noordoosten of noordwesten bereikt bestaat voor het overgrote deel uit diffuse straling.

Passieve zonneënergiesystemen mogen, om effectief te zijn, in oriëntatie variëren van het zuidoosten tot zuidwesten. Een oriëntatie tussen zuiden en zuidwesten kan echter tot oververhitting leiden indien hiertegen geen voorzorgsmaatregelen zijn getroffen.

Voor hybride zonneënergiesystemen geldt een toelaatbare afwijking van de zuido-oriëntatie van 22,50°.

4.2.2. de belemmering

Een deel van de totale hoeveelheid zonneënergie bereikt de woning niet door obstakels als gebouwen en beplanting.

A. DOOR GEBOUWEN

De mate waarin gebouwen de zoninval beperken hangt af van de belemmeringshoek (β) die op zijn beurt weer afhankelijk is van de hoogte van en de afstand tot deze gebouwen. Zie fig.9.

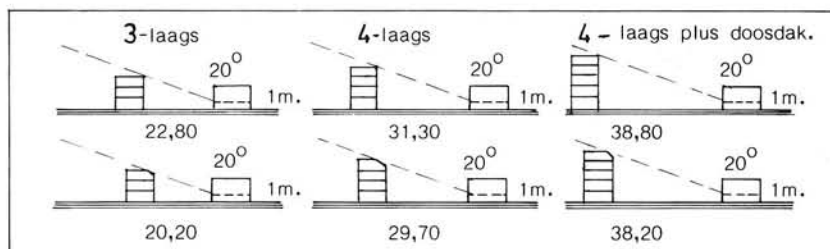
Tabel 4 laat zien welk percentage van de maximale hoeveelheid directe zonnewarmte, in het stookseizoen, bij een bepaalde belemmeringshoek (β) de gevel bereikt. De hoeveelheid zonnewarmte die bij een belemmeringshoek van 0° op de zuidgevel valt wordt als maximaal, dus als 100%, beschouwd [bron 25].

β	Z	ZO/ZW	W/O	NO/NW	N
0°	100%	78%	37%	8%	1%
5°	96%	76%	36%	8%	1%
10°	90%	71%	33%	7%	1%
15°	81%	65%	30%	7%	1%
20°	72%	58%	27%	6%	0%
25°	62%	50%	24%	5%	0%
30°	52%	42%	20%	5%	0%
35°	42%	35%	17%	4%	0%
40°	33%	28%	14%	3%	0%
45°	25%	22%	12%	3%	0%
50°	19%	17%	9%	2%	0%
55°	14%	13%	7%	2%	0%
60°	10%	11%	6%	1%	0%

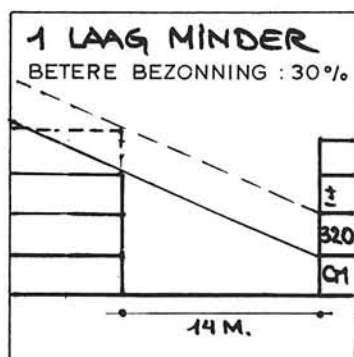
Doordat op de noordelijke gevels voornamelijk diffuse zonnewarmte valt, is de invloed van belemmeringen zeer gering.

De invloed van belemmeringen op de zonbenutting door zuidelijke gevels is echter erg groot. (Het aandeel diffuse zonnewarmte is klein.) Daarom is een belemmeringshoek kleiner of gelijk aan 20° erg gunstig.

Uitgaande van de woning op de begane grond (rechter bouwblok) met een verdiepingshoogte van 3.20m, betekent dit voor de bebouwingsafstand:



figuur 10



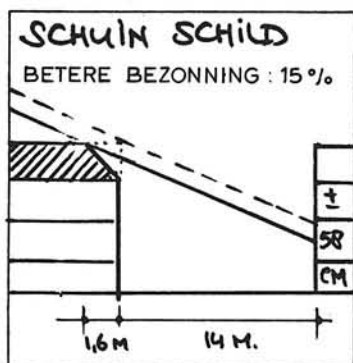
figuur 11

(Voor een woning op een hoger gelegen verdieping gelden uiteraard kleinere bebouwingsafstanden.)

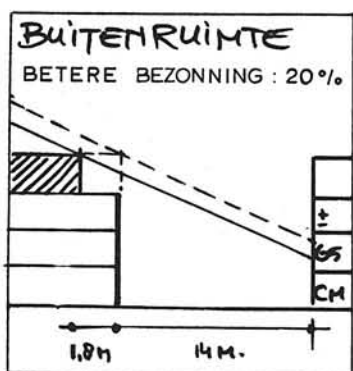
De afstand tussen bouwblokken is bij vooroorlogse bouw vaak kleiner dan de hier getoonde maten zodat een kleine belemmeringshoek moeilijk valt te realiseren.

Mogelijke maatregelen:

- op de begane grond een bergingenhok plaatsen.
- zonbewust slopen van aanbouwen van overliggende bebouwing
- aftoppen bouwblok (30% betere bezonning op gehele gevel [bron 3])



figuur 12



figuur 13

- het niet aanbrengen van een extra laag op de overliggende bebouwing (De keuze van een extra bouwlaag zal in de praktijk vaak niet op energiebesparende, maar op financieel- of bouwtechnische gronden worden gemaakt.)
- de bovenste verdieping van de overliggende bebouwing voorzien van een schuin dakschild (15% betere bezonning op gehele gevel [bron 3]).
- de bovenste verdieping van overliggende bebouwing voorzien van een terugliggend dakterras (20% betere bezonning op gehele gevel [bron 3]).

Dergelijke maatregelen vragen om zorgvuldige bezonningsstudies in de schetsontwerpfase van een renovatieplan. Aangezien de bezonning ook van invloed is op het wooncomfort is een dergelijke studie altijd aanbevelenswaardig.

zonneënergiesystemen

Voor benutting van zonneënergie zijn een geschikte oriëntatie en belemmeringshoek vereist. Voor de drie verschillende systemen zijn dit [bron 15]:

		toelaatbare oriëntatievariatie	toelaatbare belemmeringshoek
PZE	direkte benutting	ZZO/ZW Z	20° 25°
HZE	zonopvanginstallatie	ZZO/ZZW Z	15° 20°
AZE	zonneboiler	ZZO/ZZW Z	23° 25°

In het algemeen geldt als vuistregel:

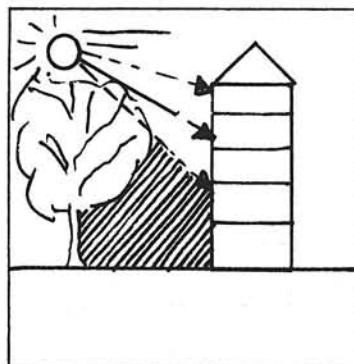
PZE:	$\beta \leq 20^\circ$
HZE:	$\beta \leq 15^\circ$
zonneboiler:	$\beta \leq 25^\circ$

De hellingshoek van zonopvangsystemen (bijvoorbeeld collectoren) is ook aan een optimum gebonden. Voor collectoren van zonneboilers geldt een hellingshoek van 5°-60°, ten opzichte van de horizon, als optimum. Voor collectoren met verwarmingsdoeleinden is een verticale stand het meest ideaal.

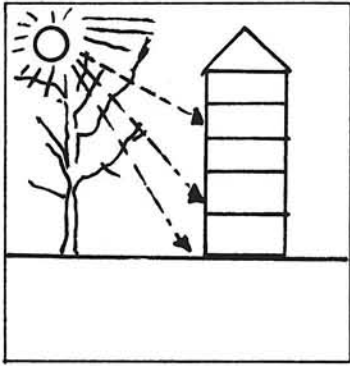
B. DOOR BEPLANTING

In de zomer is, in verband met overhittingsgevaar, beschaduwing gewenst. In de winter, in verband met de zonbenutting, niet. Om die redenen is een bladverliezende boom qua begroeiing het meest gunstig. Deze is in het stookseizoen vrijwel transparant.

Zondoorlatingspercentage (ZTA) van verschillende bomen [bron 31]:



	met blad zomer	zonder blad winter
plataan ongesnoeid	0.30	0.65
linde ongesnoeid	0.35	0.70
iep	0.45	0.70
Ned. populier	0.35	0.80
berk	0.55	0.80
ratelpopulier	0.55	0.85



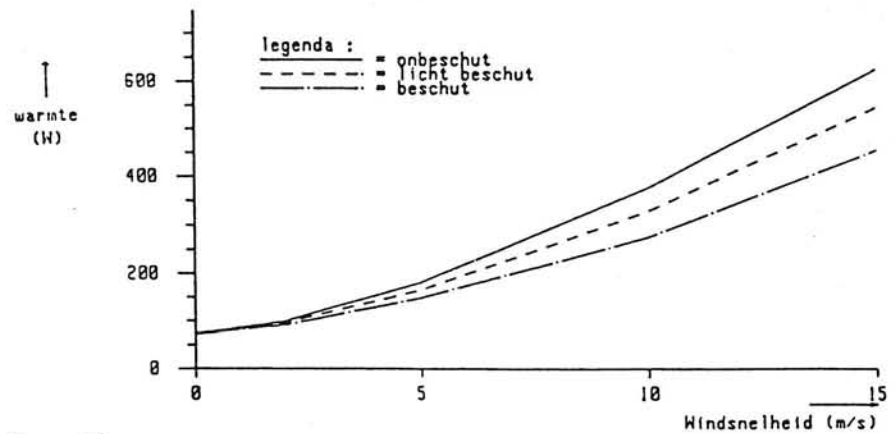
Hoe kleiner de bomen zijn, hoe geringer is de schaduwwerking. Gemiddelde hoogtematen van volgroeide bomen zijn [bron 29]:

lijsterbes	5 m
leilinde	6 m
sierkers	6 m
acacia (gesnoeid)	6 m
kastanje (,,)	7.5 m
plataan (,,)	7.5 m
berk	10 m
Ned. populier	15 m

4.3. beperking ventilatieverliezen

Op stedenbouwkundig nivo is voor het ventilatieverlies vooral de windsnelheid bepalend.

Meestal gaat men, bij de invloed van de wind, uit van een toenemend ventilatieverlies bij een toenemende windsnelheid. Dit geeft de volgende grafiek:

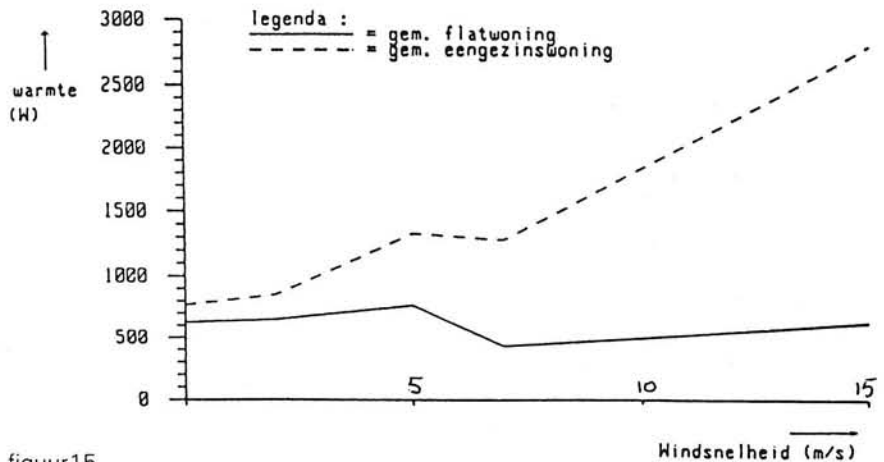


figuur 14

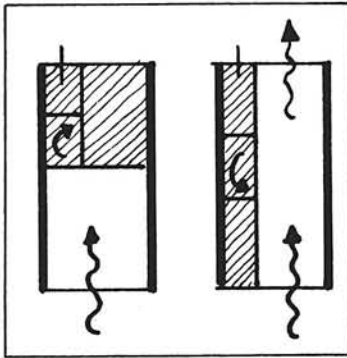
Het bewonersgedrag verstoort echter een dergelijk logisch verband. Want:

- Bij 14% van de woningen staan 25% van de ramen open bij een windsnelheid van lager dan 5 m/s en een buitentemperatuur van 5 graden.
- Tussen 5 en 7 m/s neemt het percentage openstaande ramen af van 25% naar 0%.
- Boven 7 m/s zijn de ramen gesloten.

Voor de 'gemiddelde' woning betekent dit:



figuur15



Een belangrijk verschil tussen deze grafiek en de vorige is de dalende lijn bij flatgebouwen tussen 5 en 7 m/s. Deze heeft juist betrekking op windsnelheden die veel voorkomen. Het warmteverlies is bij flatgebouwen dus maar beperkt afhankelijk van de windsnelheid. De ventilatie bij eengezinswoningen is in het algemeen groter dan bij flatwoningen vanwege de grotere luchtdoorlatendheid van het type [bron 37]

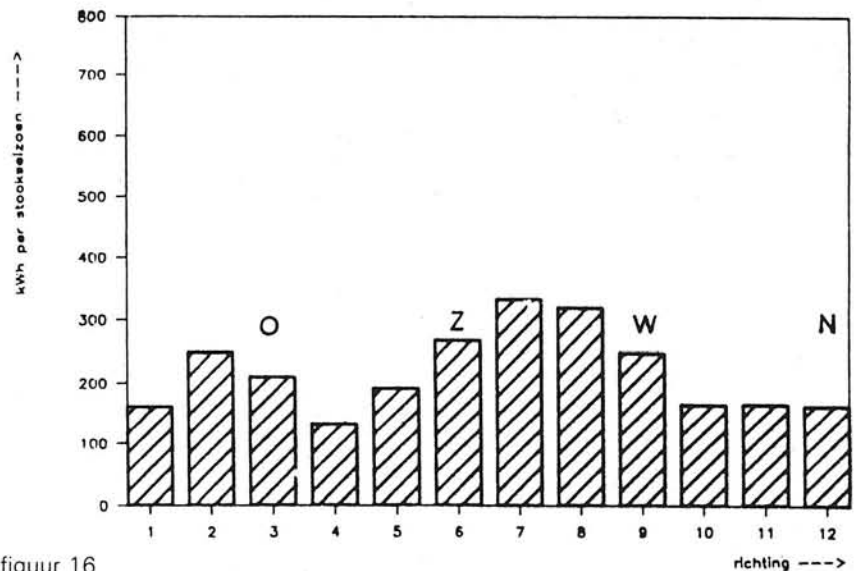
In welke mate de windsnelheid invloed heeft op het energieverbruik, hangt af van:

- de oriëntatie
- de locatie
- de gebouwworm
- de ontsluiting

4.3.1. de oriëntatie

De heersende windrichting in Nederland is het zuidwesten. De minder voorkomende noord-oosten en oostenwinden zijn echter kouder en dus meer hinderlijk.

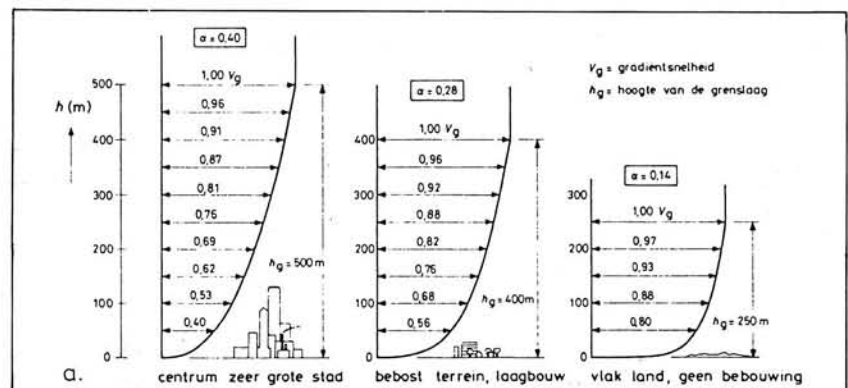
Een overzicht van de verliezen per windrichting:



figuur 16

4.3.2. de locatie

De wind ondervindt wrijving door obstakels op het aardoppervlak, waardoor de onderste laag van de stroming wordt afgeremd. De wind heeft hierdoor een hogere snelheid bij de kust dan in het binnenland, en een lagere snelheid in het centrum van een stad dan op het platte land.



figuur 17

4.3.3.

de gebouwvorm

Gebouwen hebben een opstuwende invloed op de wind. Hierdoor ontstaan winddrukverschillen en windwervelingen.

A. ONTSTAAN WINDDRUKVERSCHILLEN EN WINDWERVELINGEN

Door:

- een plotseling verschil in bouwhoogte
- openingen in het bouwblok
- een slechte windgeleiding

○ een plotseling verschil in bouwhoogte

Hoge gebouwen die uitsteken boven de omringende bouw, hebben in de directe omgeving zeker een verslechtering van het windklimaat tot gevolg. [bron 29]. Vooroorlogse woningbouw bevindt zich echter meestal in beschermd stedelijk gebied waar dit probleem minder optreedt.

Bij een goede kierdichting en gesloten ramen is, in beschermd stedelijk gebied, in een woning vanaf de zesde laag het energieverlies door onbedoelde ventilatie (infiltratie) 1.5 maal groter dan dat in een lager gelegen woning [bron 29].

○ openingen in het bouwblok

In een stadsvernieuwingsbuurt worden door sloop vaak gaten geslagen in de gesloten bouwstructuur. Deze worden niet altijd opgevuld door nieuwbouw. Vaak omdat de beschikbaar gekomen ruimte zich goed leent voor parkeergebied. Deze "gaten" kunnen aanzienlijke windhinder veroorzaken.

○ een slechte windgeleiding

Door de wind te geleiden kan de hinder afnemen.

B. VOORKOMEN WINDDRUKVERSCHILLEN EN WERVELINGEN

Door:

- aanpassen van de gebouwvorm
- toevoegen van gebouwdelen

○ aanpassen gebouwvorm

Door een gebouwvorm met een trapsgewijze doorsnede ontstaat minder windhinder dan door een gebouw met een rechthoekige doorsnede van dezelfde hoogte. Dit komt doordat gebouwdelen de windstromen leiden. Bij trapsgewijze gebouwen worden de ontstane windturbulenties opgedeeld en verzwakt. Mogelijke toepassingen zijn o.a.:

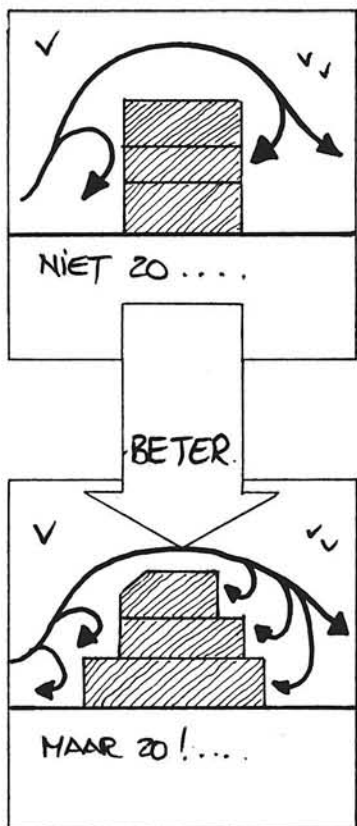
- dakterrassen
- schilddakconstructies
- dwarskap
- aanbouwen/serres

Zie hoofdstuk: 4.1.2

○ toevoegen gebouwdelen

Door windschermen of afschermende bebouwing te plaatsen kan de windhinder worden beperkt. De wind kan gedeeltelijk worden doorgelaten waardoor een zwak terugstromingsgebied ontstaat (half doorlaatbare balkonhekken, privacyschermen of windschermen, of geheel worden afgeleid (niet doorlaatbare windschermen of windwerende bebouwing). Uit bezonningsoogpunt mag alleen tussen noordoost en noordwest worden gebouwd waardoor vooral de koude noordelijke wind wordt geweerd.

Door bijvoorbeeld een bergingenhok tegen een kopgevel te plaatsen, kan in een hoekwoning circa 25 m³ gas/jaar worden bespaard.



Ook planten kunnen windweren. In het kader van stadsvernieuwing kunnen daarom aanbevelingen worden gedaan betreffende de herindeling van straten, openbare binnenruimten en restruimten bij kopgevels.

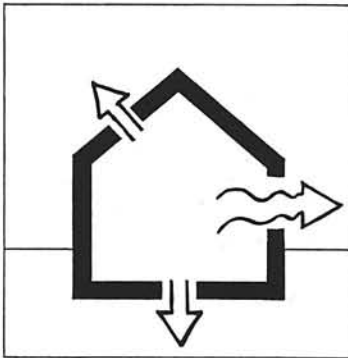
Bijvoorbeeld:

- beplantingschermen plaatsen door een combinatie van hoge bomen en lage struiken
- klimbeplanting (leidt de wind af)

4.3.4.

de ontsluiting

Zie hoofdstuk 5.



4.4.

beperking transmissieverliezen

Het transmissieverlies door de schil van een woning wordt, op stedenbouwkundig niveau, beïnvloed door:

- het specifieke buitenoppervlak
- wind

4.4.1.

het specifieke buitenoppervlak

Het specifieke buitenoppervlak is de verhouding tussen het totale omhullende buitenoppervlak (van buitenaf gemeten) A_0 en het volume V van het gebouw. Dus A_0/V .

Ter indicatie:

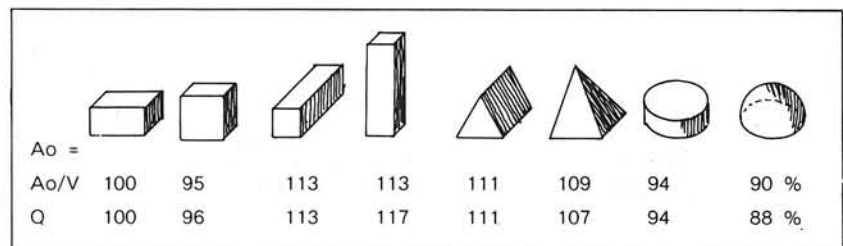
A_0/V vrijstaande woning	0.8-1.2
A_0/V eengezinsrijenhuis	0.4-0.8
A_0/V gestapelde meergezinsbouw	0.2-0.4

Het specifieke buitenoppervlak is van invloed op de I_t -waarde: een waarde die de hoeveelheid warmteverlies ten gevolge van transmissie aangeeft.

$$I_t = \frac{80 A_0/V(1-k_{gem} + 30)}{4 A_0/V + 1}$$

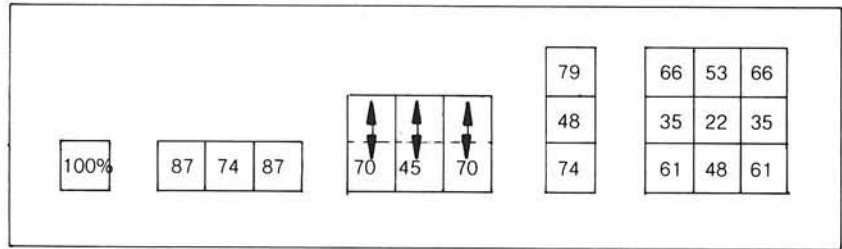
$I_t = 0$ geeft de isolatie-index uit de jaren 60 tot 70 weer. In Nederland geldt voor kantoren een eis van $I_t \geq 10$ en voor rijksgebouwen $I_t \geq 12$. Als woningen een $I_t \geq 12$ hebben voor het totale gebouw, kan per onderdeel vrijstelling op de vereiste isolatiewaarde gegeven worden.

Bij vergelijking van het transmissieverlies van woningen met een gelijk volume maar een andere vorm blijkt de bolvorm de meest gunstige bouwvorm te zijn. Zie fig 18. Het transmissieverlies van een gemiddelde vrijstaande woning (met een 'standaard' vorm) wordt op 100 gesteld.



figuur 18

Als gevolg van deze vergelijking zijn in het verleden experimenten uitgevoerd met bolwoningen. Dat dit uit het oogpunt van energiebesparing een minder zinvolle gedachte is, blijkt uit de volgende figuur [bron: De architect 1/12/84]:



figuur 19

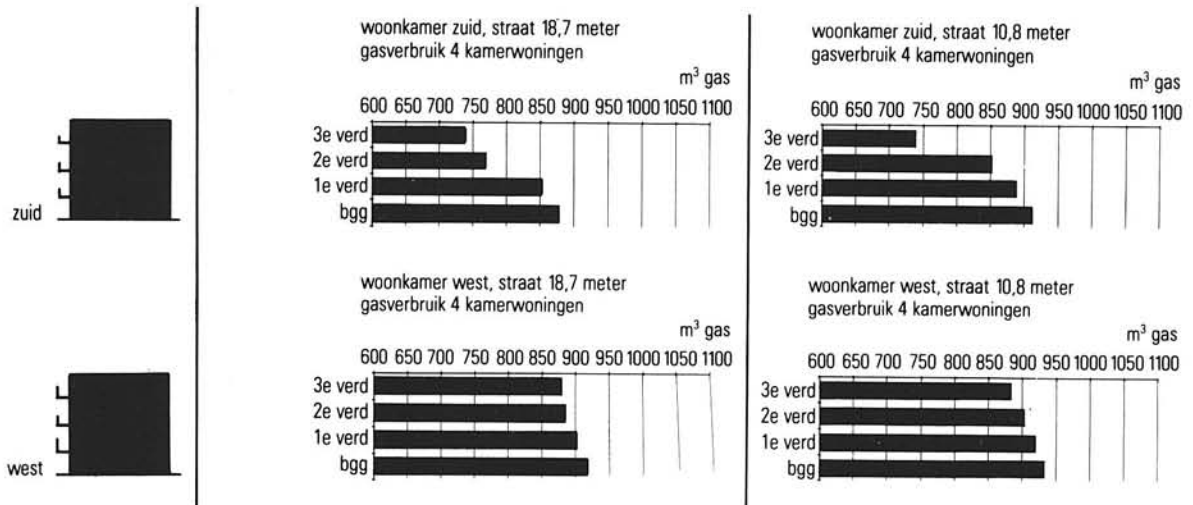
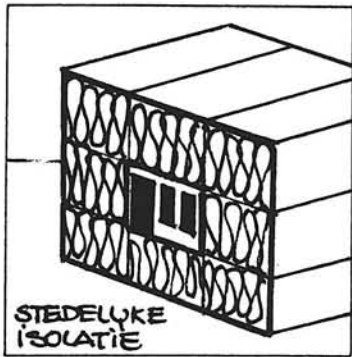
Opnieuw is uitgegaan van een gemiddelde woning met transmissieverlies 100. Deze is vervolgens op verschillende wijze gekoppeld en geschakeld. Het gevolg: Het transmissieverlies van een aan vier zijden ingesloten woning is circa 22% lager dan dat van een vrijstaande woning. Dit verschijnsel wordt 'stedelijke isolatie' genoemd.

Uit deze vergelijking blijken vier maatregelen van belang te zijn bij beperking van het transmissieverlies:

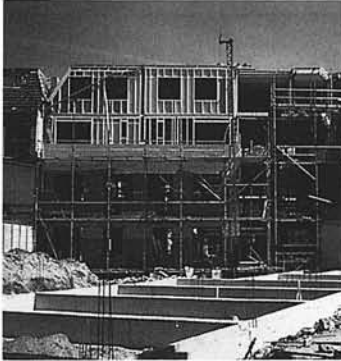
- stapelen
- schakelen
- voorkomen gevelsprongen
- verdiepen van de woningen

A. STAPELEN

Wanneer we een vooroorlogse woning van drie lagen voorzien van een extra laag neemt het energieverbruik van de tussenliggende woningen af. In welke mate deze afneemt hangt, behalve van de isolatiegraad, ook af van de oriëntatie. Op het zuiden zorgt de zon ervoor dat het gasverbruik beperkt blijft. Zie fig 20 [bron: 25]



figuur 20



Beperkende omstandigheden om hoog te bouwen:

- Volgens de ModelBouwVerordening mag het toegangsnivo van een woning, wanneer er geen lift aanwezig is, maximaal 10m boven het maaiveld liggen. In de praktijk betekent dit een stapeling van vier lagen en wanneer de bovenste woning een maisonnette is een stapeling van vijf lagen.
- Hoe hoger gebouwd wordt, hoe groter de infiltratieverliezen door wind kunnen zijn. Op een hoogte van zes lagen of meer is het infiltratieverlies een factor 1.5 groter dan op zes meter boven het maaiveld. Deze besparing door stapelen weegt niet op tegen de verliezen door infiltratie.
- Een extra woonlaag aanbrengen tijdens een renovatie is vaak niet mogelijk vanwege het bestaande belastingevenwicht. Uit het funderingsrapport kan echter blijken dat de fundering van goede kwaliteit is en extra belast mag worden. In dat geval kan een oude zolder- of dakvloer worden voorzien van een lichte doosdakconstructie die voor bewoning geschikt is. Bijvoorbeeld van houtskeletbouw.



B. SCHAKELLEN

Het is van belang zoveel mogelijk aaneensluitend te bouwen en het aantal kopgevels zoveel mogelijk te beperken. Het is dus van belang, net als bij beperking van de windhinder, de open gaten in de bebouwing te vullen. Er gelden echter een aantal omstandigheden waarbij dit af te raden is:

- een te grote bebouwingsdichtheid
- een slechte bereikbaarheid van het binnengebied
- een slechte bezonning van voor- en/of achtergebeid
- een beperkte daglichttoetreding in de hoeken van het bouwblok
- een eentonig architectonisch beeld

Uit comfortoogpunt ligt de maximale lengte van een bouwblok bij acht à tien traveeën.

C. VOORKOMEN GEVELSPRUNGEN

Gevelsprongen vergroten het geveleppervlak en dus het transmissieverlies. Door gevelsprongen te beperken nemen, behalve het energieverlies, het aantal randafsluitingen en de hoeveelheid te isoleren gevel af. Beperken van gevelsprongen is dus ook kostenbesparend.

Tijdens een renovatie kunnen de gevelsprongen op verschillende wijzen worden beperkt:

○ door het slopen van verwarmde aanbouwen

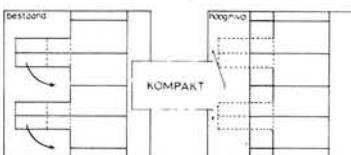
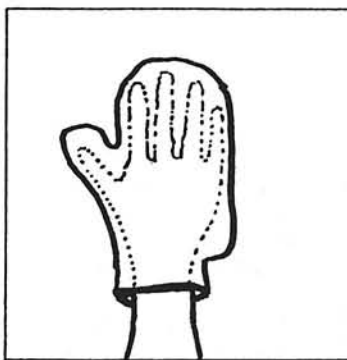
In de vooroorlogse bouw treffen we veel uitbouwen voor keukens en slaapkamers aan. Deze zijn over het algemeen van slechte kwaliteit en belemmeren de lichttoetreding. Sloop is vaak de beste oplossing.

Ter indicatie: Het slopen van een 8m diepe en drielaagse aanbouw levert per woning een besparing op van circa 120 m³ gas/jaar (bij R = 3 m²K/W).

Ook dwarskappen per pand zijn te beschouwen als aanbouw. Als de zolder voor bewoning geschikt moet zijn is het uit energetisch oogpunt verstandig de kappen te verwijderen en te vervangen door n rechte doosdakopbouw over meerdere panden.

○ door het aanpassen van verwarmde aanbouwen

Fig 21 toont een voorbeeld.



figuur 21

Door de aanbouw tegen de bestaande gevel "aan te klappen" ontstaat een woning met een zelfde volume als voorheen maar een veel kleiner buitenoppervlak. Ook de bezonning van de achtergevel wordt hierdoor gunstiger. De oude fundering van een dwars- of eindwand van de aanbouw kan de belasting (deels) opvangen. Een lichte constructie blijft vereist.



○ door het afsluiten van holten in de gebouwvorm

Bijvoorbeeld het afsluiten van portieken en inpandige trappenhuizen en het dichtzetten van loggia's.

○ door het concentreren van nieuwe aanbouwen

Bijvoorbeeld het aanbrengen van aaneensluitende dakbebouwing in plaats van verspringende bouwvolumes. En het concentreren van bergingen tegen de bestaande bebouwing. Het concentreren van bergingen in de bestaande bebouwing is minder gunstig omdat er dan toch sprake is van een gevelsprong. Bergingen worden namelijk niet verwarmd. Zie fig 22. Losse bergingen op het binnenterrein zijn ook goed. Ook vanwege het streven een gesloten gevelbeeld te voorkomen.

○ verdiepen van de woning

Door de woningen te verdiepen en het volume gelijk te houden, verkleint het geveloppervlak en dus het transmissieverlies. Nadelen van een diep bouwblok zijn echter:

- de daglichttoetreding neemt af. De maximale diepte van een woning ligt daarom tussen de 12 en 14m.
- een grote diepte heeft meestal een open, en dus energetisch ongunstige, keuken tot gevolg.
- te hoge kosten wanneer een nieuwe fundering voor de gevel nodig is.

4.4.2.

wind

Elke constructie heeft aan het buitenoppervlak een weerstand van $0,17 \text{ m}^2 \text{ K/W}$. Deze "overgangsweerstand" is onder andere gebaseerd op een gemiddelde windsnelheid van 5 m/s . Bij een grotere windsnelheid daalt de grootte van de overgangsweerstand en stijgt, als gevolg daarvan, het transmissieverlies. Er zijn echter nauwelijks situaties te bedenken waarin, gemiddeld over de tijd genomen, de overgangsweerstand lager dan $0,03 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ zou zijn. De invloed van wind op de transmissieverliezen is dan ook meer van theoretische dan van praktische aard. [bron: 38].

4.5.

samenvatting

● algemeen

De invloed van het renovatie-bouwteam is op stedenbouwkundig gebied beperkt. Slechts in enkele gevallen kan de ontwerper zijn invloed doen gelden. De stedenbouwkundige situatie schept vooral randvoorwaarden.

● benutting zonneënergie

Een op het zuiden georiënteerde gevel ontvangt ongeveer 2 à 3 maal zoveel zonnearmte als een op het noorden georiënteerde gevel.

Alleen voor de ZO-, Z- en ZW-gevel blijft de hoeveelheid op de gevel vallende zonnearmte noemenswaardig beïnvloed te worden door belemmeringen.

Voor een op het noorden georiënteerde gevel bestaat de zonbelasting voor het overgrote deel uit diffuse straling en hebben belemmeringen kleiner dan 20° geen enkele invloed.

Indien bij een zuidgevel de belemmeringshoek van 25° naar 15° wordt teruggebracht, ontvangt de gevel 19% van de maximaal mogelijke hoeveelheid directe zonnearmte meer.

Belemmeringshoeken kunnen worden beïnvloed door zonnbewust slopen, het aanpassen van de gebouwdorsnede en door beplanting.

Actieve en hybride zonneënergiesystemen (AZE en HZE) hebben strengere toepassingscriteria dan passieve zonneënergiesystemen (PZE) omdat de investeringen hoger liggen. Een AZE-installatie kan zeker nog niet rendabel worden toegepast. De zonneboiler vormt hierop een uitzondering omdat voor de verwarming van tapwater het hele jaar zonneënergie kan worden gebruikt.

● beperking ventilatieverliezen

De windsnelheid is van grote invloed op het ventilatieverlies. Door bewonersgedrag is het verband tussen deze twee begrippen echter niet rechtvenredig.



Van invloed op de windsnelheid zijn de oriëntatie, de locatie en de gebouwworm. Bij een goede kierdichting is in een woning op de zesde laag en hoger de luchthoeveelheid 1.5 x zo groot dan in een lager gelegen woning.

Het is van belang het stedelijk gebied waarin de te renoveren woningen zich bevinden, zo beschut mogelijk te maken.

Plotselinge winddrukverschillen die de wind opstuwen en daardoor de windsnelheid vergroten kunnen door het vermijden van extreme hoogteverschillen worden voorkomen.

Verdere windbeheersing ontstaat door de wind te geleiden door het aanpassen van de bouwvorm en het plaatsen van windschermen in de vorm van bebouwing en/of beplanting.

● beperking transmissieverliezen

Het transmissieverschil door de schil wordt op stedegebouwkundig gebied beïnvloed door het specifieke buitenoppervlak en door wind.

De invloed van wind op de transmissieverliezen is echter meer van theoretische dan van praktische aard.

Door stapelen, schakelen, beperken van gevelsprongen en/of het verdiepen van de woning kan het transmissieverlies aanzienlijk worden beperkt. Lengte, hoogte en diepte van een bouwblok zijn echter aan bepaalde maxima gebonden: 8 à 10 traveeën lang, 5 à 6 lagen hoog en 12 à 14m diep.

Het slopen van grote aanbouwen en het afsluiten van portieken en loggia's verkleint het aantal m² buitenoppervlak en vermindert daardoor de transmissieverliezen.

Bijna alle transmissiebeperkende maatregelen leveren naast een besparing op energie ook een besparing van kosten op door de beperking van het aantal randaansluitingen en de hoeveelheid te isoleren gevel.

hoofdstuk 5

DIFFERENTIATIE EN ONTSLUITING

5.1. algemeen

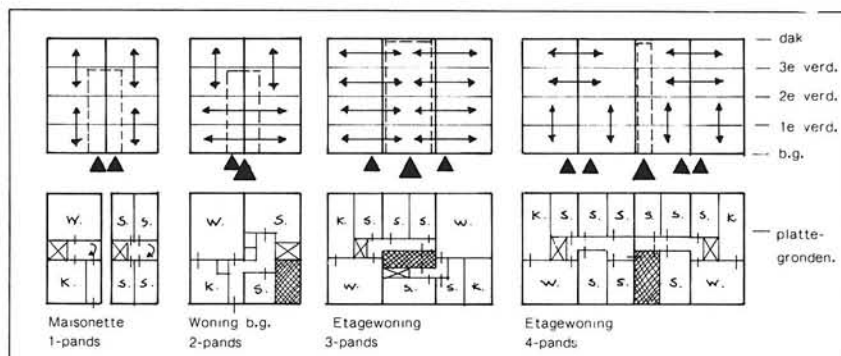
De differentiatie en de ontsluiting kunnen bij laag- en midden-niveau-renovatie nauwelijks worden gewijzigd. Bij hoog-niveau-renovatie wel. De inhoud van dit hoofdstuk heeft dan ook met name betrekking op hoog-niveau-renovatie.

5.1.1. de differentiatie

In hoeverre de differentiatie veranderd kan worden, hangt vooral af van de bouwstructuur. Het is bouwtechnisch namelijk onmogelijk om de bouwmuur op alle lagen door te breken. In het algemeen beperkt het doorbreken zich tot óf bouwmuur-doorbraken op de begane grond óf op de verdiepingen. In hoeverre dit mogelijk is hangt ondermeer af van de kwaliteit en de wijze van funderen.

Naast de bouwstructuur moet bij het kiezen van ontsluitingsvorm en differentiatie rekening worden gehouden met de gewenste plattegrondvormen.

Figuur 23 toont een aantal stereotype differentiatiemogelijkheden.



figuur 23

De belangrijkste keuzes uit energiebesparingsoogpunt zijn:

- de keuze tussen maisonnette en etagewoning
- de keuze tussen één-gevelkamer en doorzonkamer

Bij een keuze tussen maisonnette en etagewoning spelen, naast het energetische aspect, ook de volgende aspecten een rol:

- In het algemeen zijn de bouwkosten van een maisonnette hoger dan die van een etagewoning van vergelijkbare grootte. De oorzaken van het prijsverschil:
 - de aanwezigheid van een woningtrap
 - de noodzaak van extra verkeersruimte
 - er zijn meer trappenhuisen nodig
 Daarentegen stelt een etagewoning hogere eisen aan de woningscheidende vloer/plafondconstructie en moet het trappenhuis één verdieping verder reiken.
- Bij een maisonnette hebben meer woningen een voordeur aan de straat en een eigen tuin. Bovendien worden minder woningen aan een trappenhuis ontsloten waardoor de beheersbaarheid van de woonomgeving groter is.
- Het kan een bewonerswens zijn om gelijkvloers te wonen (bijvoorbeeld bij bejaarden en minder validen).
- De maisonnettevorm kan de differentiatie in woninggrootte beperken.

5.1.2. de ontsluitingsvorm

De ontsluitingsvorm valt in drie categoriën uiteen:

- toegang aan de straat
- galerij
- portiek

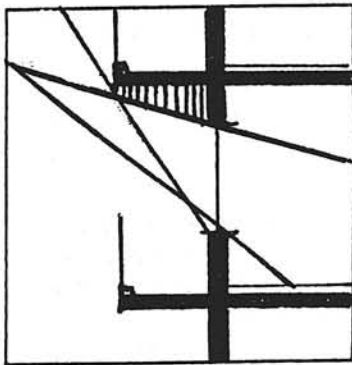
A. TOEGANG AAN DE STRAAT

Woningen met toegang aan de straat (beganegrondwoningen) hebben vanwege hun wooncomfort en beheerskwaliteit grote voorkeur. Bij gestapelde woningbouw zijn maisonnetes op de begane grond (verticaal doorbroken) dus gunstiger dan woningen met een vergelijkbaar oppervlak gelijkvloers (horizontaal doorbroken) op de begane grond. Want bij maisonnetes hebben meer voordeur aan de straat. Vanwege de toegankelijkheid echter is voor bejaarden en invaliden een gelijkvloerse woning aanbevelenswaardig.

B. GALERIJ

Een galerij wordt bij hoog-niveau-renovatie van vooroorlogse woningen slechts zelden toegepast. Want hoewel een ontsluiting buiten het gevelvlak een gunstige A_0/V -verhouding van de woning tot gevolg heeft, brengt een dergelijke oplossing nogal wat nadelen met zich mee:

- Een galerij vormt voor de onderliggende woning vaste zonwering. In het Nederlandse klimaat is dit in het algemeen ongewenst doordat de licht- en warmtetoetreding worden beperkt. Zie fig. 24.
- Een galerij is erg duur door de hoge bouwkosten en de noodzaak geluidwerende maatregelen te treffen tegen contactgeluid. Bovendien heeft een galerij een trappenhuis en een tweede vluchtweg nodig als er meerdere woningen in één richting worden ontsloten.
- De plattegronden zijn beperkt doordat de woonkamer en buitenruimte niet aan de galerij mogen liggen.
- Door het grote aantal woningen dat een galerij ontsluit, zijn de privacy, de beheersmogelijkheden en de veiligheid niet optimaal.
- Gevelkassels mogen niet aan de galerijzijde uitmonden.
- Bij toepassing van stalen consoles kunnen koudebruggen ontstaan en dus ook vochtproblemen.



figuur 24

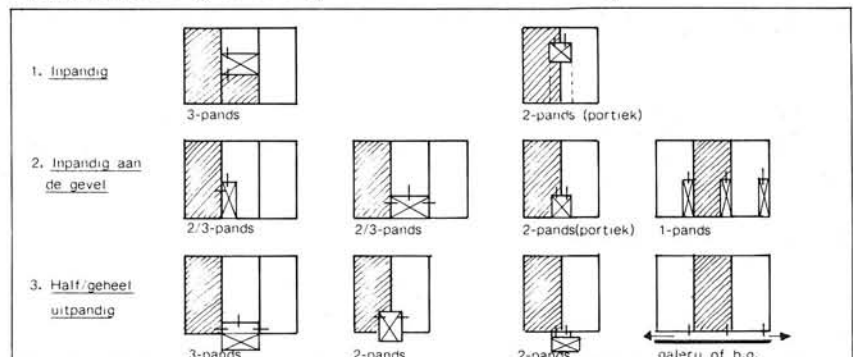
C. PORTIEK

Bij portiekwoningen bevindt zich in het woningblok een trappenhuis. Dit is onverwarmd en heeft in het stookseizoen gemiddeld een temperatuur tussen 8 en 12 graden Celsius. Het trappenhuis dient goed geventileerd te worden. Volgens NEN 1087 met een ventilatievoud $n = 1$. In het algemeen gebeurt dit door middel van natuurlijke ventilatie.

Omdat het trappenhuis niet is verwarmd, mogen de wanden tussen woning en trappenhuis als gevels worden beschouwd. Volgens de ModelBouwVerordening (MBV) geldt:

- voor gevel $R = 2.0 \text{ m}^2 \text{ K/W}$.
- voor wand tussen woning en trappenhuis $R = 1.3 \text{ m}^2 \text{ K/W}$

De portiekontsluiting kent een groot aantal varianten. Zie fig.25



figuur 25

Bij renovatie moet de keuze voor éénpandsontsluitingen echter worden voorkomen. Want de kosten voor een nieuw aan te brengen trappenhuis-'koker' kunnen over te weinig woningen worden omgeslagen.

Een portiek kan geheel inpandig, inpandig aan de gevel en geheel of gedeeltelijk uitpandig zijn.

○ **geheel inpandig portiek**

Overwegingen om een inpandig trappenhuis te ontwerpen zijn:

- Extra differentiatiemogelijkheden.

Met traveematen van circa 5 bij 10 meter blijkt een zogenaamde driepandsontsluiting bij hoog-niveau-renovatie zeer efficiënt te zijn. Per laag is dan circa 150 m² beschikbaar waarop, door het inpandige trappenhuis twee driekamerwoningen of één drie- en één vierkamerwoning ontsloten kunnen worden (zie figuur 26).

- Bouwkundig en geluidtechnisch goedkoper op te lossen.

Het inpandige traveebrede trappenhuis is iets beter en goedkoper uit te voeren dan andere portiekontsluitingen. Want de woningscheidende wand en de vloerconstructie van de woning moeten bouwkundig worden gescheiden van het trappenhuis. De isolatie-index moet 0dB zijn. Dit houdt in dat bij een trappenhuis aan de gevel een zwaardere raveelconstructie nodig is dan bij een inpandig trappenhuis en dat de contactgeluidsisolatie moeilijker te realiseren is.

- Bij een inpandig trappenhuis hebben de woningen meer buitengevel dan bij een trappenhuis aan de gevel. De woningen ontvangen dus meer licht (maar ook meer transmissie en infiltratieverliezen).

○ **inpandig portiek aan de gevel**

Een trappenhuis binnen aan de gevel heeft minder wandoppervlak gemeenschappelijk met de woningen dan een geheel inpandig trappenhuis. De a0/V-verhouding van een woning aan een inpandig trappenhuis is dus groter dan van een woning ontsloten door een trappenhuis aan de buitengevel.

Overwegingen om een inpandig trappenhuis aan de gevel te oriënteren zijn:

- De mogelijkheid het portiek op het noorden als buffer te gebruiken waardoor het temperatuurverschil met buiten en dus het transmissieverlies beperkt blijft. (Zie hoofdstuk 5.4.)

- Het toelaten van daglicht.

Bij een inpandig trappenhuis is de daglichttoetreding een probleem. Het trappenhuis wordt meestal door een dakkoepel van daglicht voorzien. De daglichttoetreding op de benedenverdiepingen blijft hierdoor minimaal hetgeen van negatieve invloed is op het wooncomfort.

- Zichtbaarheid van de entree.

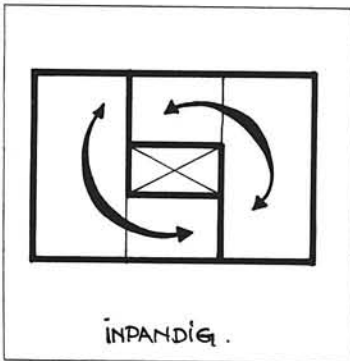
Uit comfortoogpunt is het goed wanneer de entree duidelijk zichtbaar is. De kans hierop is bij een portiek aan de gevel groter.

Indien bij drie traveeën het portiek aan de gevel komt te liggen, kunnen één twee- en één vier- of vijfkamerwoning worden gerealiseerd. Zie fig. 27. In plaats van twee boven elkaar liggende twee-kamerwoningen kan ook een vier- of vijfkamermaisonnette worden gerealiseerd. Bij deze oplossing zijn er echter weinig woningen waarover de trappenhuiskosten omgeslagen kunnen worden. Teveel twee-kamerwoningen is binnen een differentiatie meestal niet gewenst.

Een inpandig traveebreed portiek aan de gevel heeft als nadeel dat de achterliggende woningen erg donker en niet doorspuikbaar zijn. Als een complete woning achter het traveebrede portiek ligt heeft deze woning de kenmerken van een 'rug-aan-rug'-woning. Mechanische ventilatie is hierbij een vereiste.

○ **geheel uitpandig portiek**

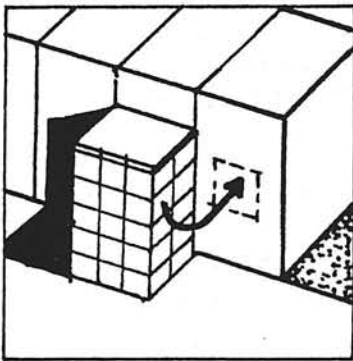
De keuze voor een geheel uitpandig portiek hangt meestal samen met de bouwkundige situatie van de te renoveren woningen. Bijvoorbeeld: Binnen de bestaande cascomaten kan een tekort aan ruimte bestaan voor een goede plattegrond. Of het door-



figuur 26



figuur 27



breken van de bestaande structuur ten behoeve van een inpandig portiek is te duur (door stalen portalen bij bouwmuurdoorbraken, woningscheidende trappenhuiswanden, ravelingen,...). Energetisch gezien is een uitpandig portiek gunstig omdat het specifieke buitenoppervlak van een woning bij een dergelijke oplossing het kleinst is. Ter indicatie: De transmissieverliezen kunnen circa 20 m³ gas/woning/jaar afnemen. [bron 36]

Er kleven echter veel nadelen aan deze oplossing waardoor de ontsluiting zelden buiten het gevelvlak wordt gebracht. Te weten:

- Een trappenhuis buiten het gevelvlak zorgt voor een forse beschaduwing van de gevel. Alleen bij een noordoost-, noordwest- en noordgevel is een uitpandig trappenhuis aanvaardbaar.
- In een binnenstedelijk milieu is een rooilijnoverschreiding vaak niet gewenst. Bijvoorbeeld vanwege de beheersbaarheid (geen nissen e.d.) en de ligging van distributieleidingen.
- Omdat de fundering nieuw moet worden aangelegd en het aantal gevelvlakken en randaansluitingen toeneemt is een uitpandig trappenhuis erg duur. Dit geldt niet wanneer het trappenhuis in een bestaande aanbouw kan worden aangebracht.
- De woningtoegang komt door een dergelijke oplossing vaak decentraal te liggen hetgeen een inefficiënte plattegrondorganisatie tot gevolg heeft.
- Inbreuk van de privacy door inkijk vanuit het trappenhuis. Dit kan worden voorkomen door dichte delen in de gevels van het trappenhuis aan te brengen.

○ gedeeltelijk inpandig portiek

Deze oplossing kan soms een aantrekkelijk compromis vormen tussen de genoemde voor- en nadelen van een trappenhuis binnen aan de gevel en een uitpandig trappenhuis.

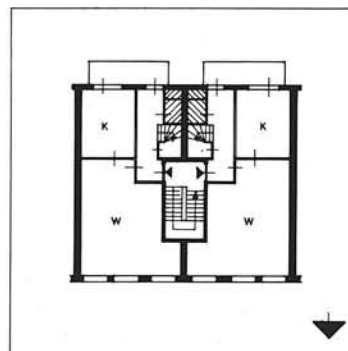
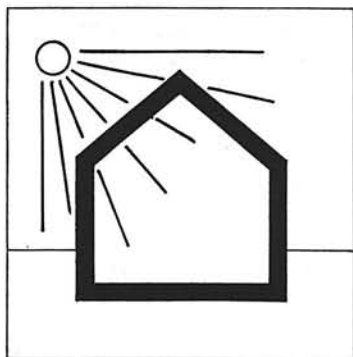
5.2. benutting zonneënergie

Om de zonneënergie optimaal te benutten kunnen twee maatregelen worden getroffen:

- ruimten met een grote warmtevraag op de zonzijde situeren
- ruimten met een kleine warmtevraag op de niet-zonzijde situeren

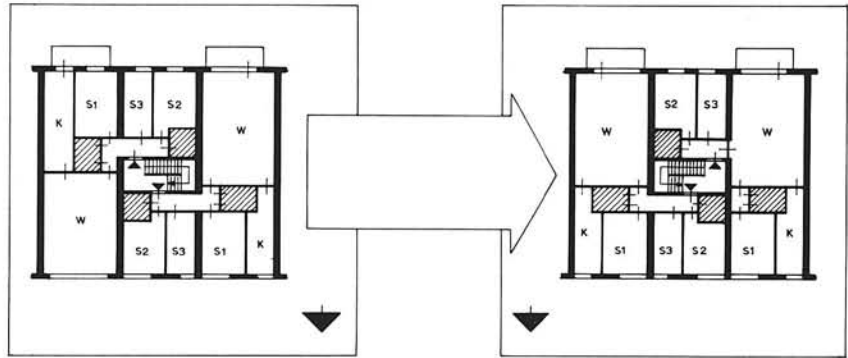
Aangezien de ontsluiting een ruimte vormt met een kleine warmtevraag kan deze het best op de niet-zonzijde worden gesitueerd.

De restmaat in een travee waarin het trappenhuis ligt, is soms echter te klein voor twee slaapkamers maar groot genoeg voor een woonkamer (Bijvoorbeeld bij een haags portiek. Zie fig.28). Een woonkamer is echter een ruimte met grote warmtevraag zodat de energetische belangen botsen. Een energetisch gunstige ligging van de ontsluiting kan dus een energetisch ongunstige samenstelling van de plattegrond tot gevolg hebben.



figuur 28

De veel toegepaste driepandsontsluiting met inpandig trappenhuis heeft in veel gevallen het nadeel van gespiegelde woningplattegronden. Bij een noord-zuidoriëntatie bevindt zich bij één woning de woonkamer op het zuiden en bij de andere op het noorden. Een iets minder efficiënte woningplattegrond kan dat voorkomen. Zie fig. 29. Indien de gevels oost-west zijn georiënteerd kan wel worden gespiegeld. Er kan dan worden gekozen tussen wonen aan de tuin- of aan de straatzijde.



figuur 29

5.3. beperking ventilatieverliezen

Ventilatie ontstaat door bewust ventileren en onbewust ventileren (infiltratie). Op bewust ventileren hebben de ontsluiting en differentiatie weinig invloed, op onbewust ventileren meer. Door het trappenhuis te sluiten bijvoorbeeld. Vergeleken met een open trappenhuis of portiek heeft een gesloten trappenhuis globaal een besparing tot gevolg van circa 60m³ gas per woning per jaar door beperking van infiltratieverlies door de voordeur [bron 37].

Zie verder hoofdstuk transmissie.

5.4. beperking transmissieverliezen

Om het transmissieverlies te beperken kunnen op dit schaalniveau twee maatregelen worden getroffen:

- het aanbrengen van buffers (zonen)
- het scheiden van ruimten met verschillende warmtebehoefte (compartimenteren)

5.4.1. Het aanbrengen van buffers

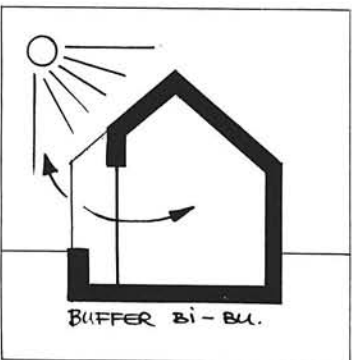
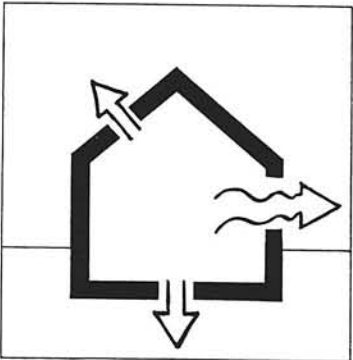
Onder het aanbrengen van buffers verstaan we het situeren van een onverwarmde afgesloten ruimte tussen de woning en het buitenmilieu.

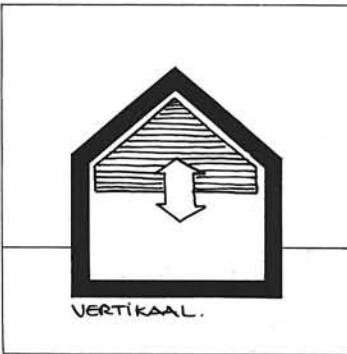
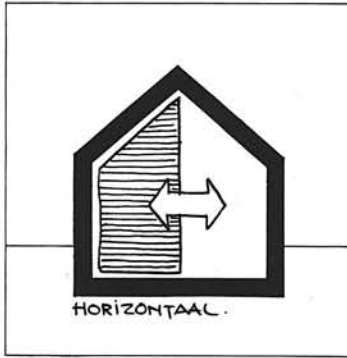
Een gesloten trappenhuis kan als buffer dienen. De transmissieverliezen bij de wand tussen woning en gesloten trappenhuis zijn kleiner dan die bij de wand tussen woning en open trappenhuis. Hoeveel kleiner ze zijn is afhankelijk van de ligging van het trappenhuis en de hoeveelheid glas die zich in het gesloten trappenhuis bevindt.

Ter indicatie [bron 23]:

De transmissieverliezen voor een woning aan:

- een open trappenhuis bedragen circa 100m³ gas per woning per jaar
- een gesloten trappenhuis met veel (enkel) glas bedragen circa 80 m³ gas per woning per jaar
- een gesloten trappenhuis met weinig (enkel) glas bedragen circa 50 m³ gas per woning per jaar





5.4.2.

Het scheiden van ruimten met verschillende warmtebehoefte

Bij het ontwikkelen van het differentiatieschema bestaat soms de keus om in twee traveeën op de bovenste twee bouwlagen ófwel twee maisonnettes ófwel twee etagewoningen te plaatsen.

Energetisch gezien gaat de voorkeur uit naar de maisonnettes. Door de slaapverdieping namelijk onder het verliesgevend dak te plaatsen verbruiken de maisonnettes circa 100 m³ per jaar per woning minder dan de twee etagewoningen (bij een gesloten portiek, R = 2,0 m² K/W, woonkamertemperatuur = 16,8 °C, slaapkamertemperatuur = 14 °C). [bron 23]

5.5.

samenvatting

algemeen

- Omdat de differentiatie alleen bij hoog-niveau-renovatie kan worden gewijzigd, beperkt dit hoofdstuk zich tot hoog-niveau-renovatie.
- In hoeverre de differentiatie kan worden gewijzigd, hangt af van de bouwstructuur en de gewenste plattegrondvormen.
- De belangrijkste differentiatiekeuzes uit energiebesparingsoogpunt zijn de keuze tussen maisonnette en etagewoning en tussen één-gevel- en doorzonkamer.
- De ontsluitingsvorm valt in drie categoriën uiteen: toegang aan de straat, galerij en portiek. Het portiek valt te onderscheiden in een geheel inpandig portiek, een portiek aan de gevel, een geheel uitpandig portiek en een gedeeltelijk inpandig portiek. Elke ontsluitingsvorm heeft zijn voor- en nadelen.

benutting zonneënergie

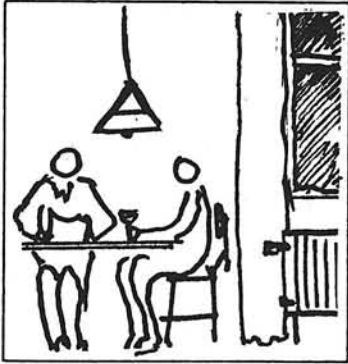
- Ruimten met een kleine warmtevraag kunnen het best op de niet-zonzijde worden geplaatst. De ontsluiting vormt een ruimte met een kleine warmtevraag. Een energetisch gunstige ligging van de ontsluiting kan soms echter een energetisch ongunstige plattegrond met zich meebrengen.
- De driepandsontsluiting heeft bij een noord-zuidoriëntatie vaak energetisch ongunstige plattegronden door de spiegeling in het ontwerp.

beperking ventilatieverliezen

Door het trappenhuis af te sluiten kan het onbewuste ventilatie-(=infiltratie)verlies met circa 60 m³ gas per woning per jaar worden beperkt.

beperking transmissieverliezen

- Door buffers aan te brengen kan het transmissieverlies worden beperkt. Een gesloten trappenhuis kan als buffer dienen. In hoeverre het transmissieverlies wordt beperkt, hangt af van de ligging van het trappenhuis en de hoeveelheid glas in het trappenhuis.
- Door ruimten met een verschillende warmtevraag te scheiden kan het transmissieverlies worden beperkt.

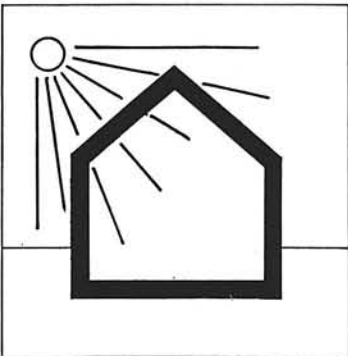


hoofdstuk 6 PLATTEGROND

6.1. algemeen

De plattegrond kan bij laag- en middenniveau-renovatie in tegenstelling tot bij hoogniveau-renovatie nauwelijks worden gewijzigd. De inhoud van dit hoofdstuk heeft dan ook met name betrekking op hoogniveau-renovatie.

Deze kenmerkt zich door een stereotype plattegrondontwikkeling, waarin zowel woningtypes met een doorzonkamer als met een één-gevelkamer kunnen voorkomen.



6.2. benutting zonneënergie

Door ramen op het zuiden komt ongeveer driemaal zoveel zonneënergie binnen dan door ramen op het noorden. Een aanzienlijk deel van deze energiewinst gaat echter weer verloren door transmissie. Hoeveel winst verloren gaat hangt niet af van de oriëntatie maar van de gemiddelde binnentemperatuur en de u-waarde van het glas. Bij ramen met dubbel glas op het zuiden kan 20 tot 25 m³/m²/jr minder gas verstoekt worden dan bij ramen met dubbel glas op het noorden [bron 25].

Om de zonneënergie optimaal te benutten kan de woning gezoneerd worden. Dit betekent:

- ruimten met een grote warmtevraag op de zonzijde situeren;
- ruimten met een kleine warmtevraag op de niet-zonzijde situeren.

Behalve energiebesparing spelen nog andere overwegingen een rol bij het kiezen van de oriëntatie.

Bijvoorbeeld:

- de relatie van vertrekken onderling (koken-wonen, slapen-badkamer,...)
- de relatie van vertrekken met buiten (wonen aan de straat/tuin, keuken grenzend aan een balkon, slapen aan de rustige zijde,...)
- bezonning en comfort (ligging buitenruimte, wens van avondzon in de woonkamer of ochtendzon in de eetkeuken,...).

6.2.1. ruimten met een grote warmtevraag op de zonzijde situeren

In een woning vormt de woonkamer de ruimte met de grootste warmtevraag. Deze ruimte is bovendien voorzien van het grootste glasoppervlak en kan dus meer zonneënergie benutten dan de overige ruimten. Wanneer het door omstandigheden noodzakelijk is de woonkamer op de schaduwzijde te oriënteren, dient het aanbeveling de zonzijde van de woning van een eetkeuken te voorzien; dit is eveneens een intensief gebruikte ruimte.

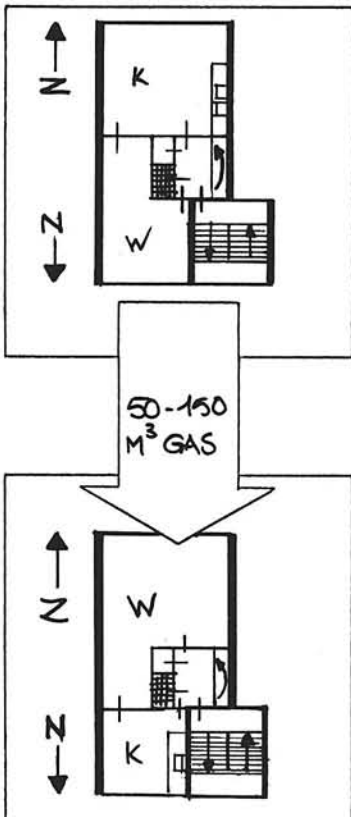
Behalve de woonkamer kunnen ook de kleinere slaapkamers als warmtevragende ruimte worden beschouwd. Deze worden vaak gebruikt als studeer- of speelkamer.

Het is ook mogelijk, uit oogpunt van zonbenutting, een extra ruimte met veel glas op de zonzijde te creëren; een serre. Deze functioneert als luchtspouw waarin de ventilatielucht voor de woning door de zon wordt voorverwarmd. Behalve goede ventilatiemogelijkheden tussen serre en woning moeten ook in de serre ventilatieopeningen aanwezig zijn. De kans op oververhitting en vochtproblemen is namelijk groot.

De investeringskosten van een serre wegen in het algemeen niet op tegen de energieopbrengst. Zie verder hoofdstuk 6.4. en hoofdstuk 7.2.1.

6.2.2. ruimten met een kleine warmtevraag op de niet-zonzijde situeren

Onder ruimten met een kleine warmtevraag vallen de "niet-permanente verblijfsruimten" zoals de ouderslaapkamer, de verkeersruimten, de berging, de badkamer en de werkkeuken. Zie verder hoofdstuk 6.4.2.



6.3. beperking ventilatieverliezen

Ventilatie ontstaat door bewust en door onbewust ventileren (infiltratie).



6.3.1. bewust ventileren

Volgens de ventilatienormen NEN 1087 en NPR 1088 moet een open keuken mechanisch worden geventileerd. Mechanische ventilatie kost elektrische energie en bij een open keuken wordt een groter volume warme lucht weggezogen dan bij een gesloten keuken. De voorkeur gaat daarom uit naar een gesloten keuken. Bij een gesloten keuken is een natuurlijk ventilatiesysteem voldoende.

Bij hoog-niveau-renovatie wordt echter tegenwoordig ook in de gesloten keuken vaak mechanische ventilatie toegepast omdat de natuurlijke systemen niet of nauwelijks te beheersen zijn. (De effectiviteit van dergelijke systemen is in grote mate afhankelijk van het buitenklimaat.) Dit nadeel van een open keuken verdwijnt hierdoor.

6.3.2. onbewust ventileren (infiltratie)

– Voor woon- en slaapkamer zijn de verschillen in ontwerptemperatuur relatief klein (22 en 20°C). In de praktijk zijn de temperatuurverschillen echter vaak groter omdat in slaapkamers intensief wordt geventileerd. De slaapkamertemperatuur varieert in de praktijk tussen 14 en 22°C. Wanneer zich op de radiatoren in de slaapkamer thermostatische kranen bevinden, verliest de woning energie. De radiatoren reageren namelijk op de lage buitenluchttemperaturen. Door de thermostatische kranen te vervangen door gewone kranen of door de thermostatische kranen af te dekken wordt dit verlies voorkomen.

Door de grote temperatuurverschillen kan ook het energieverlies door infiltratie en transmissie toenemen. Goede thermische scheiding is gewenst. Zie hoofdstuk 4.6.2.

– Ook het feit dat een keuken open of gesloten is, is van grote invloed op het energieverbruik. Zo verschilt ondermeer het ventilatievoud door infiltratie. Bij een kierdichte woning:

– bij een open keuken: $n_{\text{infiltratie}} = \text{ca. } 0.7$

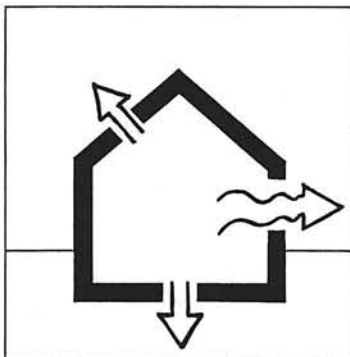
– bij een gesloten keuken: $n_{\text{infiltratie}} = \text{ca. } 0.5$

[bron:21]

Zie verder hoofdstuk 6.4.2.

– Het ventilatieverlies door infiltratie is groot op de grensgebieden binnen-buiten. Indien uit energiebesparingsoogpunt het tochtportaal buiten de geïsoleerde woning-schil ligt, moet het goed worden geventileerd om condensatie van de woninglucht te voorkomen. Hoe beter een tochtportaal wordt geventileerd, hoe kouder het is. Isolatie en kierdichting tussen woning en tochtportaal zijn in dit geval van groot belang.

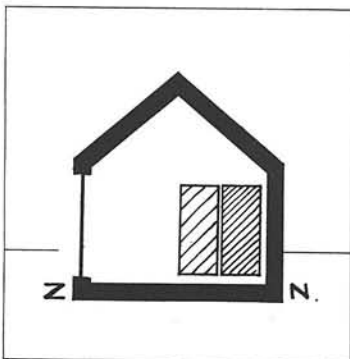
Zie verder het volgende hoofdstuk.



6.4. beperking transmissieverliezen

Om het transmissieverlies te beperken, kunnen bij het ontwikkelen van plattegronden twee maatregelen worden getroffen:

- het aanbrengen van buffers (zonen)
- het scheiden van ruimten met verschillende warmtebehoefte (compartimenten).



6.4.1.

het aanbrengen van buffers (zoneren)

Onder het aanbrengen van buffers verstaan we het situeren van een onverwarmde afgesloten ruimte tussen de woning en het buitenmilieu. Voorbeelden van buffers:

- tochtal/toegangsportaal
- dichtgezette loggia/serre

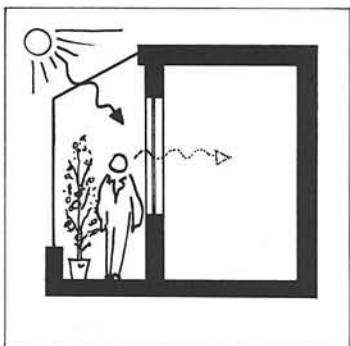
A. TOCHTHAL/TOEGANGSPORTAAL

Volgens de MBV dient aan de toegangszijde van de woning een tochtal aanwezig te zijn. Deze verplichte ruimte wordt meestal inpandig opgelost. Alleen bij begane grond-woningen is er soms sprake van de keuze inpandig, of uitpandig. Vooroorlogse bouw bevindt zich echter meestal in een binnenstads gebied waar een rooilijnoverschrijding door een tochtal meestal ongewenst is. Bovendien zijn de bouwkosten hoger (extra fundering en randafwerking), wordt de gevel beschaduwd en vergroot een uitpandige tochtal het omhullend oppervlak. De voorkeur gaat uit naar een inpandig tochtportaal.

B. DICHTZETTEN LOGGIA/SERRE

Door aan de buitenzijde van de geïsoleerde buitengevel een glaswand te plaatsen, ontstaat een tochtportaal waarmee de transmissie- en ventilatieverliezen worden beperkt én waarmee zonneënergie wordt benut. De besparing kan 50-100 m³ gas/woning/jaar bedragen.

Zie verder hoofdstuk 6.2. en hoofdstuk 7.2.1.



6.4.2.

het scheiden van ruimten met verschillende warmtebehoeften (compartimenten)

Door ruimten of groepen van ruimten met een verschillende warmtebehoefte binnen een woning te scheiden, wordt het transmissie- en infiltratieverlies tussen deze ruimten onderling beperkt. Dit thermisch scheiden van ruimten kan zowel horizontaal als verticaal plaatsvinden en is vooral zinvol als de te scheiden vertrekken een onafhankelijke temperatuursregeling hebben. Wanneer het temperatuurverschil groter is dan 5°C en/of de warme vertrekken zich onder de koelere vertrekken bevinden, is het nuttig isolatie in de scheidingsconstructie aan te brengen.

Het thermisch scheiden van vertrekken is vooral nuttig tussen:

- woon/werkvertrekken - verkeersruimte
- woonvertrek - slaapvertrekken
- woonvertrek - keuken.

A. WOON/WERKVERTREKKEN - VERKEERSRUIMTEN

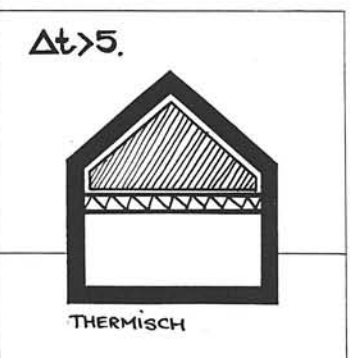
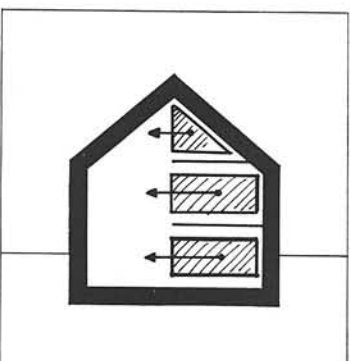
Als verkeersruimten niet worden verwarmd, zijn bewoners eerder geneigd de deur tussen verkeersruimte en woon/werkruimte te sluiten. Hierdoor blijft het te verwarmen volume beperkt, waardoor ook het energieverbruik afneemt.

B. WOONVERTREK - SLAAPVERTREKKEN

Bewoners ventileren slaapkamers veel meer dan noodzakelijk is. Hierdoor neemt de temperatuur in de slaapkamers af en het temperatuurverschil tussen slaap- en woonruimte toe (zie hoofdstuk 6.3.). Zeker wanneer de slaapkamers boven de woonkamer liggen is het transmissie- en infiltratieverlies groot (warme lucht stijgt omhoog). Isoleren van de tussenliggende vloer is daarom raadzaam evenals het toepassen van een gesloten trapportaal naar de bovenverdieping in plaats van een open trap (voorkomt eveneens een slechte temperatuurverdeling en tochtklachten).

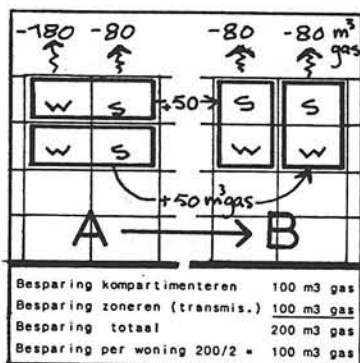
Slaapkamers boven een woonkamer komen bij meergezinswoningen alleen voor bij maisonnettes.

Uit onderzoek aan de hand van rekenmodellen [bron 20] komt naar voren dat een maisonnette met slaaplage boven de woonverdieping met minder energie toe kan dan een vergelijkbare verdiepingswoning. Dit komt doordat de gemiddelde kamertemperatuur in de maisonnettes lager ligt.



Ter indicatie [bron 20]:

gem. kamertemperatuur	woonkamer	slaapkamer	gemiddeld
etagewoning	17°C	15,5°C	16,3°C
maisonnette	16,8°C	14°C	15,4°C



De tabel geeft de gemiddelde kamertemperatuur weer. Omdat in de rekenmodellen wordt uitgegaan van gelijke temperaturen bij gebruik van vergelijkbare vertrekken in beide woningen, komt de lage temperatuur voort uit de verschillen in temperatuur wanneer de vertrekken niet worden gebruikt. De energiewinst door de lagere gemiddelde temperatuur bedraagt ongeveer 50 m³ gas per woning per jaar.

Wanneer een maisonnette met de slaapverdieping onder het dak ligt, kan de besparing nog eens 50 m³ gas bedragen (zie hoofdstuk 5.4.). De totale besparing van een maisonnette onder de daklaag kan dus circa 100 m³ gas per woning per jaar bedragen.

C. WOONVERTREK – KEUKEN

De relatie wonen – koken kent twee principevarianten, die allen ook in hoogniveau-renovatie voorkomen:

1. woonkamer met open keuken
2. zitkamer – gesloten eetkeuken (eettafel in keuken)
3. woonkamer – gesloten keuken (eettafel in woonkamer)

○ gesloten keuken

Uitgaande van de wens om ruimten met een verschillende warmtebehoefte te scheiden gaat de voorkeur uit naar een gesloten keuken.

Ter indicatie:

Met de woonkamer op het zuiden en de keuken op het noorden kan bij een open keuken het gasverbruik 150 m³ gas per woning per jaar hoger zijn dan bij een gesloten keuken [bron 25].

○ gesloten eetkeuken

Indien de woning daarvoor voldoende ruimte biedt of wanneer een woonkamer op het noorden onvermijdelijk is, verdient het aanbeveling een eetkeuken te ontwerpen. In het laatste geval op het zuiden gesitueerd.

Een eetkeuken heeft energetisch gezien voordelen, zeker wanneer alle bewoners overdag van huis zijn. In de morgen wordt dan meestal alleen de keuken gebruikt en deze is door zijn warmteproductie (thee zetten e.d.) zo snel op temperatuur dat bijstoken overbodig is.

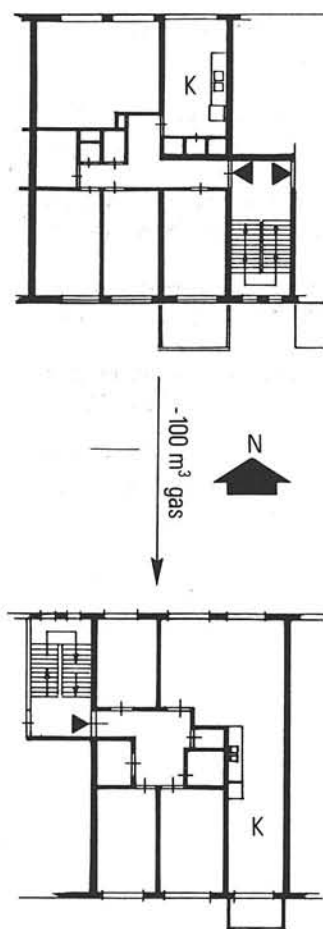
○ open keuken

Bij de woningvariant met een open keuken (ramen met dubbel glas) is de invloed van de oriëntatie op het gasverbruik gering. De oorzaak hiervan is dat bij situering op het noorden de open keuken toch zon invangt. Deze draagt dus bij aan de verwarming van de woonkamer. Zie fig.30 Bij een belemmeringshoek van 25° is het verschil in gasverbruik tussen noord- en zuidoriëntatie slechts 37 m³ gas per jaar. Toch verbruikt een op het noorden gerichte woning met een open keuken 100 m³ gas meer dan een op het noorden gerichte woning met een gesloten keuken. [bron 25]

6.5. samenvatting

ALGEMEEN

- Omdat de plattegrond alleen bij hoogniveau-renovatie aanzienlijk kan worden gewijzigd, beperkt dit hoofdstuk zich tot hoogniveau-renovatie.



figuur 30

BENUTTING ZONNE-ENERGIE

- Door ramen op het zuiden komt ongeveer driemaal zoveel zonneënergie binnen dan door ramen op het noorden. Bij ramen (met dubbel glas) op het zuiden kan 20 tot 25 m³ m²/jr minder gas verstoekt worden dan bij ramen (met dubbel glas) op het noorden
- De woonkamer en indien mogelijk ook de kleinere slaapkamers kunnen het best op de zonzijde van de woning worden gesitueerd.
- Indien het niet mogelijk is de woonkamer op de zonzijde te plaatsen dient het aanbeveling op het zuiden een eetkeuken aan te brengen.
- Het is ook mogelijk, uit oogpunt van zonnenuitzuiging, een serre op de zonzijde te creëren. De kans op oververhitting is echter groot en serres zijn financieel nog niet rendabel.
- Vertrekken met een kleine warmtebehoefte als de ouderslaapkamer, verkeersruimten, de berging en warmteproducerende ruimten als badkamer en keuken kunnen het best op de niet-zonzijde van de woning liggen.

BEPERKING VENTILATIEVERLIEZEN

- Bij een open keuken is het verplicht mechanisch te ventileren. Bij gesloten keukens is mechanische ventilatie uit comfortoogpunt gewenst.
- Het temperatuursverschil tussen slaapkamers en woonkamer is vaak erg groot doordat de slaapkamers in veel gevallen overmatig worden geventileerd en deze dus een lage temperatuur hebben.

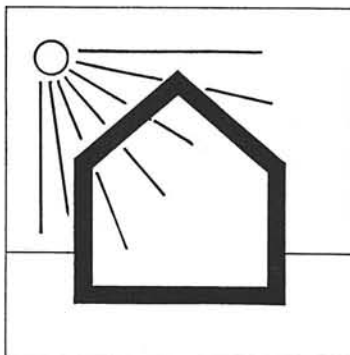
BEPERKING TRANSMISSIEVERLIEZEN

- Door buffers aan te brengen kan het transmissieverlies worden beperkt. Een tochtportaal, afgesloten loggia of serre kunnen als buffer dienen.
- De voorkeur gaat uit naar een inpandig tochtportaal.
- Door ruimten of groepen van ruimten met een verschillende warmtebehoefte binnen een woning te scheiden, wordt het transmissie- en infiltratieverlies tussen deze ruimten onderling beperkt.
- Een voorbeeld is de relatie verkeersruimte-woon/werkruimte. Als verkeersruimten niet worden verwarmd, zijn bewoners eerder geneigd de deur tussen de ruimten te sluiten.
- Vanwege het grote temperatuursverschil tussen woon- en slaapkamer verdient het aanbeveling bij verticaal verband de tussenliggende vloer te isoleren en een open trap te vermijden.
- De totale besparing van een maisonnette met de slaapverdieping onder de daklaag kan door de bufferwerking en door de gemiddeld lagere temperatuur circa 100 m³ gas per woning per jaar bedragen.
- Een gesloten keuken heeft de voorkeur. Ter indicatie: met de woonkamer op het zuiden en de keuken op het noorden is bij een open keuken het gasverbruik 150 m³ gas per woning per jaar hoger dan bij een gesloten keuken.

hoofdstuk 7 BOUWTECHNIEK

7.1. algemeen

Het hoofdstuk bouwtechniek heeft betrekking op de constructiewijze, de detaillering en de materialisatie van ontwerpkeuzes die uit oogpunt van energiebesparing zijn te maken. Het schaalniveau is kleiner dan dat van de onderwerpen uit vorige hoofdstukken.



7.2. benutting zonneënergie

De zonneënergie kan met behulp van drie soorten systemen worden benut, te weten:

- passieve zonneënergiesystemen (PZE)
- actieve zonneënergiesystemen (AZE)
- hybride zonneënergiesystemen (HZE)

(Zie hoofdstuk 2.1.)

7.2.1. Benutting zonneënergie; passieve zonneënergiesystemen (PZE)

Passieve zonneënergiesystemen zijn bouwkundige voorzieningen, zonder installatie-technische elementen, die de zonneënergie opvangen, eventueel opslaan, en ten goede laten komen aan de ruimte. Er is geen energie nodig om het systeem te laten werken.

De bouwkundige voorzieningen kunnen bestaan uit:

- glas
- massa
- een combinatie van glas en massa.

7.2.1.A. PASSIEVE BENUTTING VAN ZONNE-ENERGIE MET GLAS

In deze paragraaf komen achtereenvolgens aan de orde:

- het principe van benutting
- factoren die de energiebenutting beïnvloeden
- te treffen maatregelen

○ het principe van benutting

Glas laat kortgolvlige (licht)energie binnen in de woning en zet het om in langgolvlige (warmte)energie. Deze langgolvlige energie kan moeilijk door het glas naar buiten omdat glas deze golven nauwelijks doorlaat. Het gevolg hiervan is dat de temperatuur aan de binnenzijde van de gevel toeneemt. Dit verschijnsel heet het 'broeikas-effect'. Wanneer zich achter het glas een luchtspouw bevindt, kan de verwarmde lucht worden benut om delen van de woning te verwarmen.

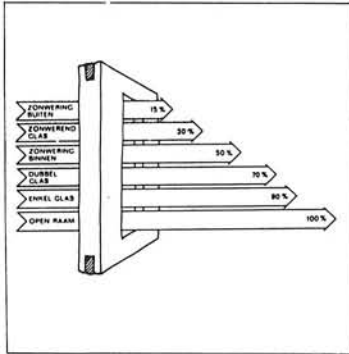
○ factoren die de energiebenutting beïnvloeden

Hoeveel zonneënergie daadwerkelijk voor verwarming wordt benut hangt van een aantal factoren af. Onder andere van:

- a. de hoeveelheid zonnewarmte die op het glasvlak valt
- b. de hoeveelheid warmte die door het glas wordt doorgelaten
- c. de hoeveelheid warmte die door transmissie en ventilatie verloren gaat
- d. het benuttingspercentage
- e. het gewenste comfort.

a. De hoeveelheid zonnewarmte die op het glasvlak valt.

Zie hoofdstuk 4.2., tabel 4.



b. De hoeveelheid warmte die door het glas wordt doorgelaten.

Deze hoeveelheid is afhankelijk van de glassoort, de raamopbouw, de raamgrootte en de zonwering.

De glassoort bepaalt hoe groot het deel van de warmte is dat per m² het glas passeert. Dit percentage wordt, gedeeld door 100, vastgelegd in de ZTA-factor (de zontoetredingsfactor). Zie tabel 5. [bron 34]

raamsysteem	ZTA	u	Z	ZO/ZW	W/O	NO/NW	N
	W/(K.m ²)		KWh/m ²				
- open raam	1	-	590	490	310	220	200
- enkel glas	0,8	5,86	472	392	248	176	160
- <u>dubbel glas</u>	<u>0,7</u>	<u>3,01</u>	<u>413</u>	<u>343</u>	<u>217</u>	<u>154</u>	<u>140</u>
- spectr. sel.glas 1,6	0,66	1,6	389	323	205	145	132
- drievoudig glas	0,6	2,1	354	294	186	132	120
- spectr.sel. glas 1,4	0,56	1,4	330	274	174	123	112

tabel 5.

Het doorlatingspercentage (ZTA) kan verder worden verlaagd door het toepassen van bewonersafhankelijke middelen als zonwering en nachtisolatie.

Om het aantal m² te bepalen waardoor het zonlicht naar binnenkomt, moet het aantal m² gevelopening met een factor 0,8 worden vermenigvuldigd. Het kozijn en eventuele dorpels beslaan namelijk gemiddeld 20% van de totale gevelopening.

c. De hoeveelheid verloren warmte door transmissie en ventilatie.

De hoeveelheid verloren warmte door transmissie en ventilatie is afhankelijk van de u-waarde van het glas, van de kierdichting, de nachtisolatie, de zonwering en de gemiddelde binnentemperatuur.

d. Het benuttingspercentage

Niet alle ingevallen zonneënergie is bruikbaar. De bruikbare hoeveelheid hangt af van de verhouding tussen de hoeveelheid ingevallen zonnearmte en de warmtebehoefte. Deze verhouding, het benuttingspercentage, is van verschillende factoren afhankelijk. Namelijk van de oriëntatie, de massa in het vertrek, het soort glas, de invalshoek, het verwarmingssysteem en de isolatiewaarde van de schil. Naarmate de schil zwaarder is geïsoleerd, neemt de absolute bijdrage aan de warmtebehoefte van de zonnearmte af. Ten opzichte van de verminderde warmtevraag neemt de bijdrage relatief sterk toe.

Voor de hoeveelheid benutte zonneënergie; zie tabel 6. [bron 31]

	Z	ZO/ZW	O/W	NO/NW	N
ingevallen warmte (kWh/m ² /stookseizoen)	413	343	217	154	140
benuttingspercentage	<u>80</u>	<u>75</u>	<u>70</u>	<u>67</u>	<u>65</u>
percentage totaal bruikbaar (kWh/m ² /stookseizoen)	330	257	152	103	91

tabel 6.

Voor 1 m² dubbel glas zonder extra voorzieningen geldt dus per saldo een netto warmtewinst van:

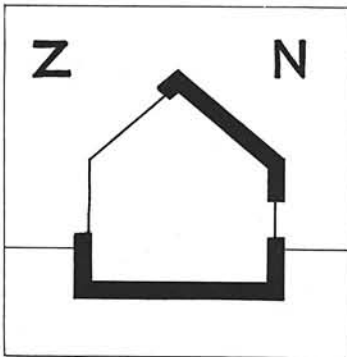
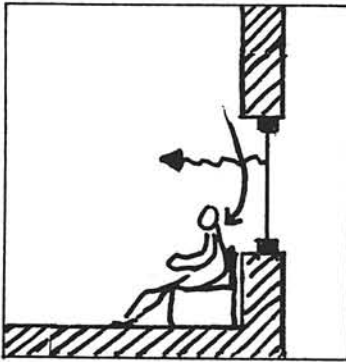
	Z	ZW/ZO	O/W	NO/NW	N
bruikbare zonnewarmte	330	257	152	103	91
transmissieverliezen (bij $T_i = 19^\circ\text{C}$)	-210	-210	-210	-210	-210
netto warmte-winst (kWh/m ² /stookseizoen)	+120	+47	-58	-107	-119

tabel 7.

e. Het gewenste comfort

Of de maximaal mogelijke hoeveelheid zonneënergie de woning bereikt hangt, behalve van genoemde omstandigheden, ook af van het bewonersgedrag. Bewoners kunnen uit comfortoverwegingen het glasoppervlak geheel of gedeeltelijk bedekken. Glasvlakken kunnen namelijk enkele nadelen met zich meebrengen. Bijvoorbeeld:

- verblinding
- ongewenst uitzicht
- inkijk
- koudestraling. (Dit verschijnsel ontstaat vooral bij grote glasvlakken doordat het binnenoppervlak van het glas door de lage weerstand van het glas een lagere temperatuur heeft dan de woning.)
- koudeval. (Dit verschijnsel ontstaat bij hoge glasvlakken doordat warme lucht bij het raam afkoelt, krimpt en daalt. Ongelijkmatige verwarming en tocht kunnen hiervan het gevolg zijn. Door verwarming onder het raam te plaatsen kan koudeval worden voorkomen.)



● te treffen maatregelen

Om de hoeveelheid te benutten zonneënergie te optimaliseren kunnen een aantal maatregelen worden getroffen. Achtereenvolgens worden behandeld:

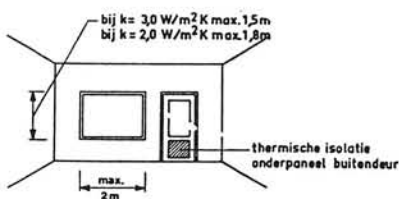
- a. het vergroten van de ramen op de zonzijde;
- b. het verkleinen van de ramen op de niet-zonzijde;
- c. het wijzigen van de glassoort;
- d. het wijzigen van de raampbouw;
- e. het aanbrengen van nachtisolatie;
- f. het voorkomen van oververhitting.

a. vergroten van ramen op de zonzijde

Uit tabel 7 blijkt dat ramen op het zuiden, het zuidoosten en het zuidwesten groot kunnen zijn. Volgens de wet van de vermeerderde meeropbrengst neemt de winst echter niet rechtlijnig toe bij vergroting van het raampoppervlak. Om die reden en vanwege koudeval, koudestraling, oververhitting en installatiekeuze is het raampoppervlak aan een maximum gebonden.

Figuur 31 biedt een overzicht van de maximale glasmaten voor de woonkamer bij verschillende doorgangscoefficienten (u) en een onbelemmerde zoninval. De afmetingen van de gevel zijn gebaseerd op de woonkamer van de Rotterdamse referentiewoning en de daarbij behorende gevelindeling. Tevens is aangegeven dat ook de buitendeur in de woonkamer moet worden geïsoleerd. In totaal is maximaal 3,5 à 4 m² glasoppervlak toelaatbaar. Het aaneengesloten glasvlak mag niet groter zijn dan 2,0 m². [bron 21]

Het minimale glasoppervlak van een slaapkamer bedraagt 1/9 van het vloeroppervlak [bron 2]



figuur 31

Indien luchtverwarming wordt toegepast, kunnen de genoemde optima met circa 1 m² worden verkleind vanwege de transmissieverliezen door de hogere gemiddelde woningtemperatuur. Ook bij lichte bouwwijzen als houtskeletbouw kunnen de genoemde maten met circa 1 m² verkleind worden. [bron 65 + 25]



- **bouwkundige maatregelen om het glasoppervlak op het zuiden te vergroten**
Twee raamopeningen kunnen worden samengevoegd tot één groot raam (maximale breedte 2 meter) door de tussenliggende smalle penant te slopen. Het zal hierbij vaak nodig zijn een lateiconstructie toe te passen om het bovenliggend metselwerk op te vangen.
Het is ook mogelijk de tussenliggende penant te vervangen door een dragende stijlconstructie en drie aparte kozijnen te plaatsen.
Het veranderen van de raamindeling en het raamoppervlak wordt overigens door Welstandscommissies in veel gevallen verboden.

b. verkleinen van ramen op de niet-zonzijde

Op het noorden, oosten en westen neemt het energieverlies toe wanneer het raamoppervlak wordt vergroot. De minimale maten van ramen worden dus niet uit energetisch oogpunt vastgesteld maar uit oogpunt van lichttoetreding. De ModelBouwVerordening (MBV) biedt als ondergrens voor het glasoppervlak de volgende tabel:

belemmeringshoek	woonkamer	overige kamers	keuken
< 18°	1/7	1/9	1/8
18°-30°	1/6	1/8	1/7
30°-45°	1/5	1/7	1/6
45°-60°	1/4	1/6	1/5 x m ² vloeroppervlak

tabel 8.

De onderste strook van 0,85m telt volgens de berekeningsnorm niet mee voor de daglichttoetreding maar wel voor de benutting van zonneënergie en voor comfortaspecten als oververhitting en koudestraling.

- **bouwkundige mogelijkheden om het glasoppervlak op de niet-zonzijde te verkleinen**

De toekomstige plafondhoogte ligt standaard op 2.50-2.60 m boven het vloerpeil. Dit vanwege bouwefficiëntie en leidingen. De bovendorpels van ramen in vooroorlogse woningbouw liggen in het algemeen vlak onder het oude plafond op 2,90-3,0m boven het vloerpeil. Wat rest is een strook van 40 cm. Deze wordt tijdens renovatie vaak door middel van een koofconstructie overbrugd hetgeen energetisch ongunstig is (de warme lucht blijft in de koof hangen). Door de strook echter dicht te zetten met behulp van een verlaagde bovendorpel en een dicht paneel wordt het glasoppervlak verkleind. Deze oplossing is goedkoper dan het gebruikelijke aanbrengen van een koof maar wordt door de Welstandscommissies minder vaak goedgekeurd.

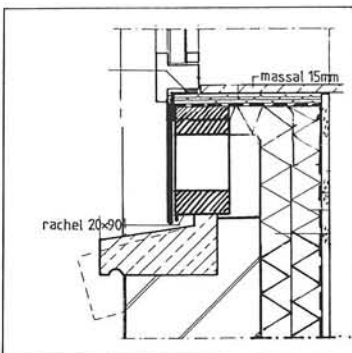
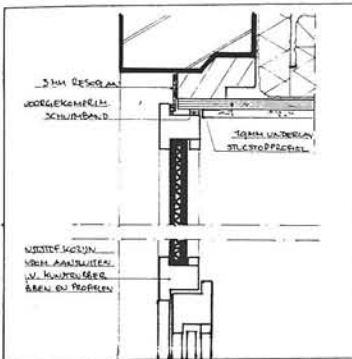
De onderdorpel van oude raamkozijnen ligt tussen 50 en 60 centimeter boven het vloerpeil. Dit komt neer op een gemiddelde raamhoogte van 2.30-2.50m.

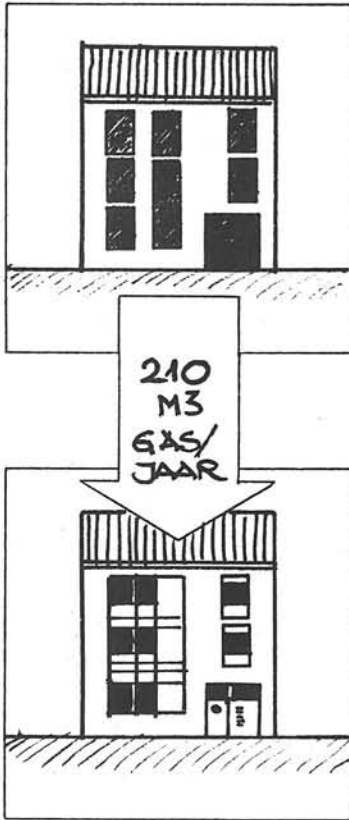
De MBV vereist een doorvalbeveiliging :

- bij vloernivo < 5m boven maaiveld (MV): 0,80m
- bij vloernivo 5-13m boven MV : 1,00m
- bij vloernivo >13m boven MV : 1,20m

Deze vereiste doorvalbeveiliging kan op drie manieren worden gerealiseerd:

1. doorvalbeveiliging op kozijn of muurpenanten monteren
2. vast onderlicht met tussenkalf aanbrengen
3. een dichte geïsoleerde strook van circa 0,4 m² aanbrengen.
Aangezien tot 0,85m de onderste strook volgens de berekeningsnorm geen bijdrage levert aan de daglichttoetreding kan oplossing 3 geheel of gedeeltelijk worden toegepast. Het glasoppervlak wordt door deze maatregel verkleind.





figuur 32

Voorbeeld:

Wanneer het raamoppervlak oorspronkelijk $2,3 \text{ m}^2$ bedraagt, van dubbel glas wordt voorzien en op het noorden is gericht, kunnen maatregel a en b het raam verkleinen tot $1,5 \text{ m}^2$ en hierdoor een energiebesparing bereiken van circa 15 m^3 gas/raam/stookseizoen. Onder voorwaarde dat wordt voldaan aan de minimale vereiste daglichttoetreding.

- Meerdere bestaande raamgaten kunnen worden samengevoegd tot één pui-constructie door de smalle penanten te verwijderen. Hierin kunnen kleinere ramen worden opgenomen. Bredere penanten ter plaatse van wanden en bouwmuren moeten gehandhaafd blijven in verband met de stabiliteit van het gevelvlak en brandoverslag.

De voordelen zijn bijvoorbeeld:

- zowel binnen als buiten minder en goedkopere randafwerkingen
- werkzaamheden aan de smalle, in slechte staat zijnde, muurpenanten vervallen
- geen dure en energetisch ongunstige koofconstructie
- minder kozijnen en draaiende delen
- geen doorvalbeveiliging nodig
- minder kans op koudebruggen.

Voor de getekende noordgevel bedraagt de energiebesparing door deze maatregel 210 m^3 gas ofwel 70 m^3 gas per woning. [bron 1] Zie fig.32.

De Welstandscommissies wijzen dergelijke oplossingen echter regelmatig af vanwege de gepleegde inbreuk op de evenwichtige maatopbouw van de bestaande gevel.

- Gemetselde en/of gestucte rollagen zijn soms in slechte staat en duur om te repareren. Het is mogelijk in plaats daarvan de onderdorpel door middel van een metselwerkinvulling op te hogen en de rollaag door een goedkopere aluminium waterslag te vervangen. Het raamoppervlak wordt hierdoor verkleind.
- Dichtzetten van een bestaande raamopening is de meest rigoreuze oplossing. Dit kan met:
 - metselwerk overeenkomstig het bestaande verband, steens en binnenisolatie (dure oplossing)
 - gestuct paneel, $1/2$ steens, gewichtsvermindering en binnen- of buitenisolatie
 - dichte geïsoleerde paneelconstructie.

c. wijzigen van glassoort

Vooroorlogse woningbouw is voor renovatie in bijna alle gevallen voorzien van enkel glas. Dit glas kan vervangen worden door een energiezuinig alternatief. Bijvoorbeeld door:

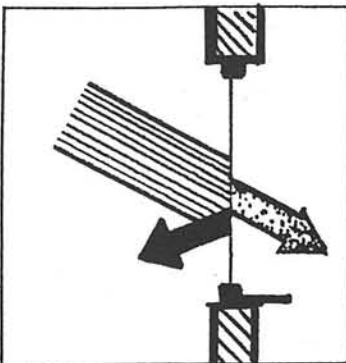
○ dubbel glas

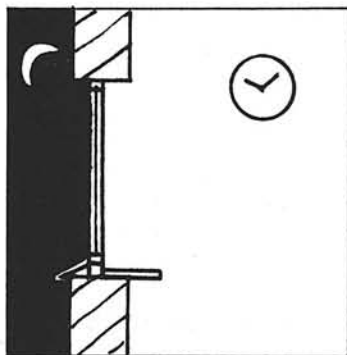
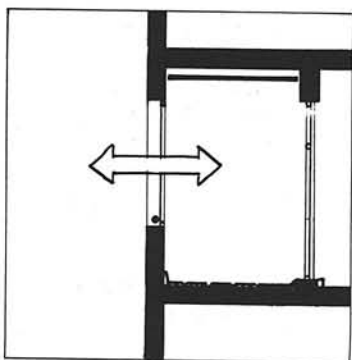
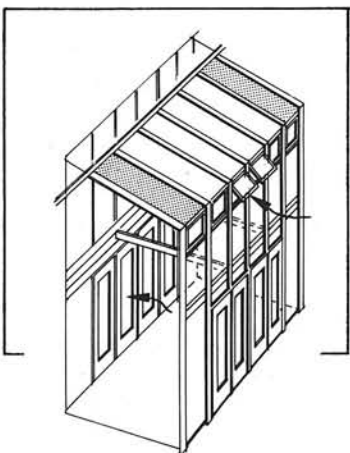
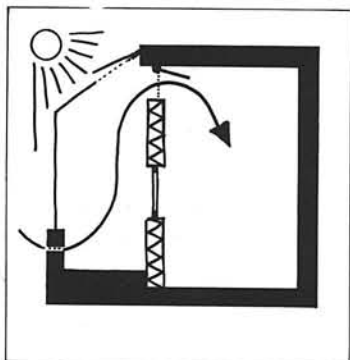
De MBV stelt dubbel glas in woonkamers verplicht (met uitzondering van maximaal twee stuks beweegbare delen met een maximaal oppervlak van $0,25 \text{ m}^2$). Tevens is bij alle draaiende delen kierdichting verplicht.

Het verdient aanbeveling alle ruimten van dubbelglas te voorzien ($u = 3 \text{ W/Km}^2$). Hierbij hebben warme vertrekken op de koude kant de hoogste prioriteit.

○ spectraal selectief glas

Spectraal selectief glas beperkt het transmissieverlies door spectraal selectieve 'coatings' en/of een gasgevulde spouw. Dit glas is met steeds lagere u-waarden verkrijgbaar. De 'coatings' houden ook een deel van de diffuse zoninstraling tegen. Het energieverlies hierdoor is echter relatief klein.





serre; open systeem (luchtspouwventilatie met buitenlucht)

Bij met buitenlucht geventileerde serres is de kans op condensatie kleiner dan bij met binnenlucht geventileerde serres. De kans op oververhitting is even groot en daarom dient het aanbeveling het serredak niet transparant uit te voeren en laag in de serregevel en hoog in het serredak te openen delen op te nemen. In het ondoorzichtige dakdeel zou bijvoorbeeld een zonnecollector kunnen worden opgenomen. Wanneer de serre de enige buitenruimte is, wordt het zeker van belang grote delen te kunnen openen of te kunnen verwijderen.

Hoe schuiner het dakvlak is, hoe groter de nachtelijke uitstraling. In verband hiermee en in verband met oververhitting verdient het aanbeveling een zonwering annex isolatiedoek aan te brengen.

Om meeverwarming van de serre te voorkomen dient het buitenkarakter door middel van materialisatie te worden benadrukt.

Een serre met dubbel glas is in het algemeen minder effectief dan een serre met enkel glas. Het aantal behaaglijke uren in de serre per jaar neemt wel toe maar de zonbenutting tijdens het stookseizoen is bij een serre met enkel glas groter. Bovendien is de kans op oververhitting bij dubbel glas groter dan bij enkel glas.

Wel moet bij een serre met enkel glas de achtergevel van de woning worden uitgevoerd als buitengevel ($R = 3-3,5 \text{ m}^2\text{K/W}$) en met dubbel glas in de raamopeningen.

De grootte van het glasoppervlak in de achtergevel is tijdens het stookseizoen niet van invloed. Het raamoppervlak mag best groot zijn.

Hoe groter het achterliggende vertrek is, hoe groter de benuttingsgraad. Daarom moet de serre bij voorkeur grenzen aan een diep of gevelbreed vertrek. De ventilatie van die vertrekken moet ook, wanneer de woning geen warmtevraag heeft, kunnen worden geregeld. Dit kan bijvoorbeeld door de ventilatieopeningen in de achterwand dichtbij een klepraam in de serre te plaatsen. De in de serre voorverwarmde ventilatielucht kan in het stookseizoen bijvoorbeeld met behulp van een, extra op het cv-circuit aangesloten, wisselaar worden naverwarmd.

Door zoveel mogelijk massa in de serre aan te brengen kan de warmteafgifte gereguleerd worden; de temperatuur overdag is lager, de temperatuur 's nachts hoger en de totale hoeveelheid behaaglijke serre-uren neemt toe.

Indien zich boven een serre een verdieping van dezelfde woning bevindt moeten voorzieningen worden opgenomen ten behoeve van de doorvalbeveiliging. En indien zich boven de serre een andere woning bevindt zal, naast de doorvalbeveiliging, een brandvertraging van 60 minuten gerealiseerd moeten worden.

○ wijzigen raamopbouw; het dichtzetten van een loggia

Een met glas dichtgezette loggia toont grote overeenkomsten met een serre. De bouwkosten zijn geringer waardoor een dergelijk systeem eerder financieel rendabel is. Het dichtzetten van een loggia of galerij brengt verder als voordelen geluidsreductie en extra gebruiksruimte met zich mee.

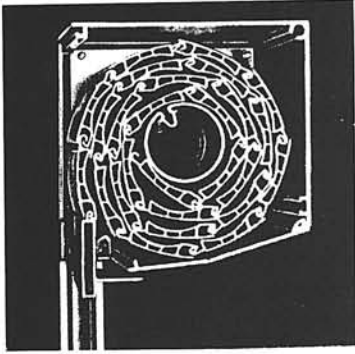
e. aanbrengen nachtisolatie

's Avonds, wanneer het temperatuurverschil tussen binnen en buiten het grootst is, neemt de kans op transmissie- en ventilatieverlies toe. Er moeten maatregelen worden genomen om dit verlies tegen te gaan. En aangezien het raam energetisch gezien de zwakke schakel van de woning vormt, zullen de tijdelijke maatregelen daar worden getroffen. Het verlies wordt tegengegaan door nachtisolatie. Deze is afhankelijk van bewonersgedrag (eenvoudige bediening een vereiste!) en kan bestaan uit:

- buitenluiken;
- binnenluiken;
- gordijnen;
- vitrage.

○ nachtisolatie; buitenluiken

Buitenluiken kunnen in twee typen worden onderscheiden; rolluiken en klapluiken.



1. rolluiken

De rolluiken die op dit moment in de handel te verkrijgen zijn, zijn voorzien van maximaal 5 mm PUR (gezien de in PUR aanwezige cfk's heeft wol grotere voorkeur). Meer isolatie is om praktische redenen niet leverbaar. Het opslagsysteem en gewicht worden dan moeilijk hanteerbaar. De werking van het rolluik berust op de creatie van een extra stilstaande luchtlaag tussen glas en luik. Een goede kierdichting is hierbij voorwaarde.

Rolluiken kunnen eenvoudig van binnenuit worden bediend en wanneer er sprake is van een koof of dichte bovenstrook is ook de opslag geen bezwaar. De luiken zijn wel duur: circa f 375,-/m² exclusief montage en f 500,-/m² inclusief montage. Kunststof rolluiken (PVC) met holle lamellen geven de beste kosten-baten verhouding (in combinatie met dubbel glas: $R = 1,65$ m²K/W).

Wanneer de rolluiken tussen 18.00h en 8.00h in het stookseizoen zijn gesloten kan de besparing maximaal 8 m³/m² bedragen [bron 3].

2. klapluiken

Klapluiken bestaan uit een aluminium of houten omranding met sandwichpaneelvulling. Dit raamwerk moet met rubberen afdichtingsprofielen in een sponning vallen en van binnenuit bedienbaar zijn. Bijvoorbeeld door een spindelmechisme.

Een dergelijk luik werd toegepast bij de minimumenergie-woningen in Schiedam en is als standaardprodukt in de handel. Uit bewonersonderzoeken komen de luiken positief naar voren. Vooral vanwege de goede uitvoeringskwaliteit en het bedieningsgemak. De bewoners moeten wel worden gemotiveerd. Fabrikanten lijken zich echter toe te leggen op verdere ontwikkeling van spectraal selectief glas zodat een groeiende markt voor buitenluiken niet in de lijn der verwachting ligt. Wanneer 4 cm PUR of liever 7 cm wol als isolatiemateriaal in het paneel is opgenomen, kan, in combinatie met dubbel glas, de gecombineerde u-waarde 0,4 W/(K.m²) bedragen.

In verband met de windbelasting mag het oppervlak niet groter zijn dan 0,6 x 1,2m, moet het luik beveiligd zijn tegen stormschade, de oriëntatie niet windgevoelig zijn en de uitvoering goed. Bovendien is een goede kierdichting vereist.

Een klapluik is van grote invloed op het gevelbeeld en is duur. Circa f 400,-/m² exclusief montage en f 510,-/m² inclusief montage.

Wanneer de luiken tussen 18.00h en 8.00h in het stookseizoen zijn gesloten kan de besparing maximaal 15 m³/m² bedragen ($u=0,4$). [bron 3].

○ nachtisolatie; binnenluiken

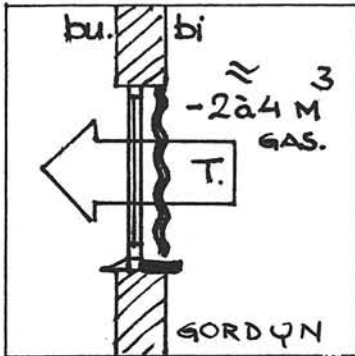
Ook bij binnenluiken is sprake van een besparing op infiltratie- en transmissieverliezen. Doordat de windgevoeligheid geen rol speelt en de bedienbaarheid eenvoudig, is geen solide detaillering nodig. Het gebruik van dergelijke luiken levert een flinke kostenbesparing op in vergelijking met buitenluiken.

Kierdichting is bij deze luiken heel belangrijk. Warme woninglucht kan bij slechte kierdichting namelijk tegen het koude raampoppervlak condenseren. Met name bij daklichten met grote nachtelijke uitstraling en slechte afvoer van condenswater kunnen grote problemen ontstaan. Grote nadelen van dergelijke luiken zijn het ruimtebeslag (zie fig.33) en extreme toename van de temperatuur in de luchtspouw (glasbreuk mogelijk) wanneer de luiken niet tijdig worden geopend. Wanneer de luiken tussen 18.00h en 8.00h in het stookseizoen zijn gesloten kan de besparing maximaal 15 m³/m² bedragen ($u=0,4$) [bron 3].

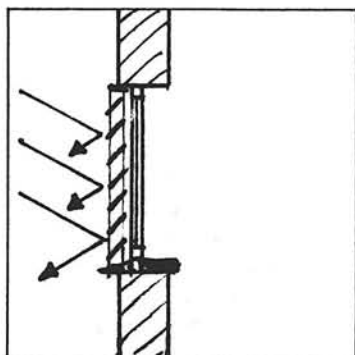
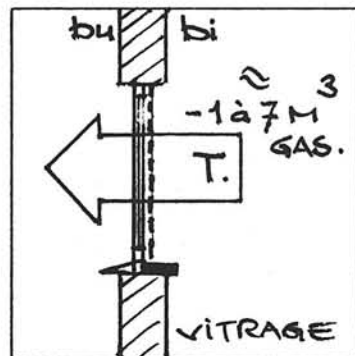


figuur 33

Naast energiebesparend zijn luiken ook comfortverhogend door voorkoming van koudeval en koudestraling.



figuur 34



○ **nachtisolatie; gordijnen**

Een gordijn vormt in feite een flexibel binnenluik dat, in tegenstelling tot de hiervoor besproken binnenluiken, weinig ruimte inneemt. In Nederland is het gebruikelijk ramen te voorzien van gordijnen. Welke soort gordijnen dat zijn (schuifgordijn, jalouziën, rolgordijn,..) bepaalt de bewoner. De bij de bouw betrokkenen moeten zorgdragen voor een goede ophangmogelijkheid. Dit heeft consequenties voor het energieverbruik.

De standaard oplossing voor de ophangmogelijkheid bestaat uit het opnemen van een strook multiplex achter de gipsbeplating in de plafondstrook bij de raamopening. Dit wordt de gordijnplank genoemd en de plaats hiervan is energetisch van belang.

Het is het gunstigst wanneer de voorziening tussen de dagkanten van de gevelopening wordt aangebracht. Het gordijn valt hierdoor altijd op de vensterbank en de door het verwarmingselement afgegeven warmte verdwijnt niet achter de dichtgeschoven gordijnen.

Nadeel van deze oplossing kan het ruimtegebrek voor planten zijn bij gesloten gordijnen. Dit kan voorkomen worden door een brede vensterbank te plaatsen waaronder een radiator is opgehangen en waarop het gordijn hangt. Zie fig.34.

De besproken maatregel is alleen van belang bij aanwezigheid van een gevelgebonden verwarmingselement. Bij dubbel glas kan de energiebesparing van een goed gebruikt gordijn 2 – 4 m³ gas/m² per jaar bedragen [bron 52]. Ook jalouziën en aluminium rolgordijnen zijn goede nachtisolatievoorzieningen.

○ **nachtisolatie; vitrage**

Vitrage over de volle lengte van het raam kan ook enige energiebesparing tot gevolg hebben. Vitrage zorgt namelijk voor een scheiding tussen de opstijgende warme lucht en de dalende koele lucht langs het raamoppervlak. De kans op condens blijft echter bestaan.

Hoe fijnmaziger de vitrage is, hoe beter de vermenging van beide luchtstromen wordt tegengegaan. Vitrage verhindert echter ook de zoninstraling zodat het energiebesparend effect enigzins teniet wordt gedaan. Op het noorden, noordoosten en noordwesten gelegen ramen bedraagt de besparing 1 – 2 m³ gas/m²/jaar. Bij ramen op het westen, zuiden en oosten moet de vitrage op de juiste tijden worden opengeschoven om het verlies van 6 – 7 m³ gas/m²/jaar te verminderen. De ZTA-factor van dubbel glas en vitrage is circa 0,5 [bron 52].

f. **voorkomen oververhitting**

Energiebesparende maatregelen kunnen in veel gevallen oververhitting tot gevolg hebben (grote ramen op zuiden, serres,..). Bewoners zullen trachten dit te voorkomen. Wanneer daarvoor door de ontwerper en uitvoerder geen mogelijkheid is geschapen, zullen zij hun eigen maatregelen treffen en daarmee de beoogde energiewinst teniet doen. Het is dus van belang al in een vroeg stadium te denken over voorkoming van oververhitting.

Periodieke oververhitting kan worden beperkt door:

- het toevoegen van massa (zie hoofdstuk 2.2.d.)
- het luchten van de woning
- het niet gebruiken van raamisolatie
- zonwering

Op de aspecten van zonwering zal hier dieper worden in gegaan.

Voor al in de de zomer en in het voorjaar ontstaat de behoefte aan zonwering. 's Zomers hebben woningen gericht op het zuidwesten of westen de meeste kans op oververhitting, in het voorjaar de op het zuiden gerichte woningen. Luchten met buitenlucht lost in de zomer de problemen niet op vanwege de hoge buitentemperatuur. Zonwering ligt voor de hand. Woningen uitgerust met een gebalanceerd ventilatiesysteem en warmteterugwinning hebben een alternatief. Zij kunnen koelen door de koude lucht uit het huis terug te winnen. (Zie hoofdstuk 8.3.1.).

Waar de woningen zijn voorzien van schuingeplaatst glas met een oppervlak groter dan 1,2 m², moet veel aandacht aan zonwering worden besteed. De zonbelasting op een schuin vlak ligt namelijk 20 tot 50 procent hoger dan de zonbelasting op een verticaal vlak.

Een doorzonkamer is over het algemeen iets minder gevoelig voor oververhitting dan een één-gevelkamer.

Vormen van zonwering:

binnenzonwering

bijvoorbeeld:

- gordijnen
 - jalouziën
 - lamellen 45° gesloten: 85% van de zonnewarmte wordt doorgelaten
 - lamellen gesloten: 50% van de zonnewarmte wordt doorgelaten
- (ZTA-factor = 0,5) [bron 52]

buitenzonwering

- tijdelijke zonwering

bijvoorbeeld:

- uitvalschermen (laten 20% van de zonnewarmte door)
- jalouziën

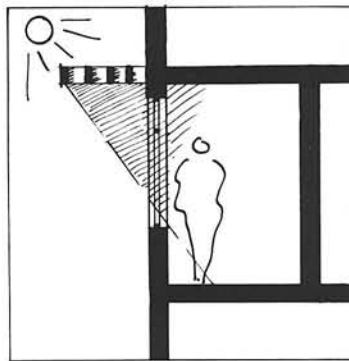
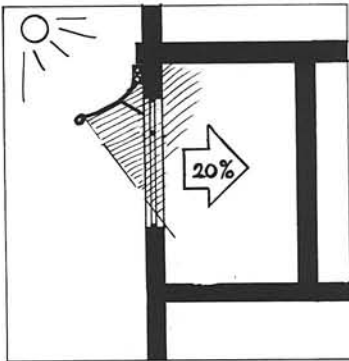
- permanente zonwering

bijvoorbeeld:

- diepe neggen
- galerij/balkonuitkragingen
- loggia
- lufel
- dakoverstekken

Permanente zonwerende constructies kennen als nadelen dat ze veel daglicht weg nemen en, dat ze, wanneer de zomers koud zijn, ook de gewenste zon weren.

Door bouwkundige voorzieningen aan te brengen die het mogelijk maken vaste of tijdelijke zonwering aan te brengen, blijft de keus aan de bewoners.



7.2.1.B.

PASSIEVE BENUTTING VAN ZONNE-ENERGIE MET MASSA

Zie hoofdstuk 2.2.d.

7.2.1.C.

PASSIEVE BENUTTING VAN ZONNE-ENERGIE MET EEN COMBINATIE VAN GLAS EN MASSA

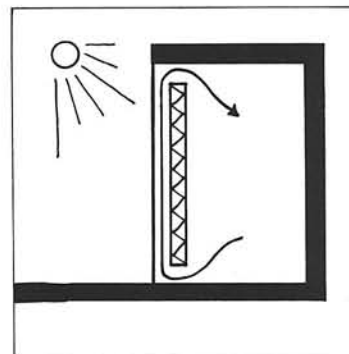
Het is mogelijk de voordelen van zonbenutting door glas en door massa te combineren. Dit door het buitenspouwblad van enkel glas en het binnen spouwblad van een wand met enige massa te maken (de afmetingen van de luchtspouw zijn beperkt). Er is sprake van open en gesloten systemen.

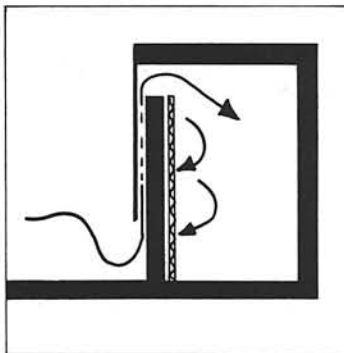
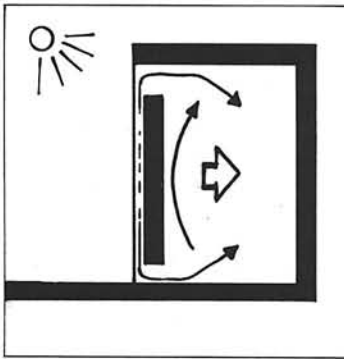
○ **glas en massa; gesloten systeem (luchtspouwventilatie met binnenlucht)**

Voorbeelden hiervan zijn:

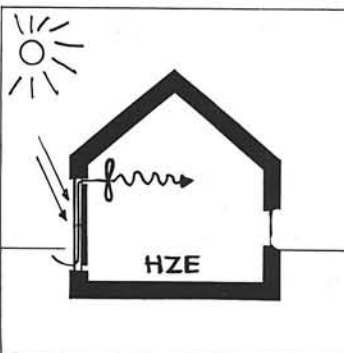
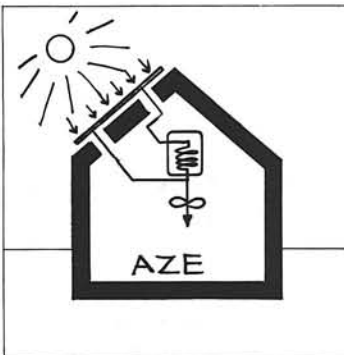
a. de thermosyphonwand

De binnenwand bij dit systeem bestaat uit een geïsoleerde, aan de buitenzijde zwart geverfde wand. Het systeem is eenvoudig aan te brengen in bestaande gevels of puien. Een combinatie met ramen is niet zinvol vanwege het feit dat deze systemen op hetzelfde moment de warmte benutten. De opbrengst varieert tussen de 5 en 10 m³ gas/m²/stookseizoen. De maximale opbrengst is slechts tegen hoge kosten haalbaar (aanbrengen spectraal selectief glas, transport van de warmte naar slecht bezonde vertrekken).





figuur 35



b. de trombewand

De binnenwand bij dit systeem bestaat uit een massieve wand. Hierdoor wordt behalve via de luchtspouw ook door middel van convectie en straling warmte aan het achterliggende vertrek afgegeven. Vanwege de regulerende afgifte van warmte verkleint de kans op oververhitting. De combinatie met ramen is zinvol omdat in dit geval de systemen hun warmte op verschillende tijdstippen afgeven. De gewichtsvermeerdering maakt dit systeem niet in alle gevallen toepasbaar. Of er moet sprake zijn van een bestaande massieve wand die van glasvlies wordt voorzien.

Wanneer de luchtspouw tijdens bewolkt weer wordt meeverwarmd, ontstaat warmteverlies. De opbrengst zal dan ook niet groter zijn dan 10 m³ gas/m²/stookseizoen.

○ open systeem (luchtspouwventilatie met buitenlucht)

Voorbeelden hiervan zijn:

a. de klimaatgevel

Bij dit systeem bestaat het buitenspouwblad uit enkel glas en is het binnenspouwblad een zwart geverfde geïsoleerde wand. Het systeem is als prefabgevelelement in de handel te verkrijgen. Vervuiling van de luchtspouw wordt voorkomen door het aanbrengen van een tweede luchtlaag achter een donker geverfd aluminium tussenschot waardoorheen de ventilatielucht wordt gevoerd. De luchtspouw direct achter het glas bevat nu stilstaande lucht die de opgevangen zonnewarmte door het goed geleidende aluminium afstaat aan de tweede luchtspouw. Vervuiling in de tweede luchtspouw heeft zo geen invloed op de opbrengst. Zie fig. 35.

De investering van een dergelijk systeem bedraagt circa f 625,-/m² inclusief montage. De opbrengst kan 20-25 m³gas/m²/jr bedragen [bron 25]. Door de opgewarmde lucht geforceerd aan de luchtspouw te onttrekken kan de opbrengst worden geoptimaliseerd. [bron 32]

b. buitenspouwblad enkel glas, binnenspouwblad massieve wand

Dit systeem is minder goed te regelen dan een geïsoleerde wand, tenzij aan de binnenzijde beweegbare isolatie wordt aangebracht. Al met al vormt dit systeem een weinig praktische oplossing.

7.2.2.

Benutting zonneënergie; actieve zonneënergiesystemen (AZE)

Actieve zonneënergiesystemen zijn installatietechnische hulpmiddelen die de zonneënergie opvangen, transporteren, opslaan en ten goede laten komen aan ruimten/ of tapwaterverwarming. Er is energie nodig om het systeem goed te laten werken. Door de investerings-, ontwikkeling- en onderhoudskosten staan dergelijke AZE-systemen in een slechte verhouding tot de opbrengsten.

De zonneboiler vormt hierop een uitzondering. Dit systeem zal binnen afzienbare tijd rendabel zijn. Want doordat de behoefte aan warm tapwater ook bestaat wanneer het zonaanbod groot is (in de zomer) tonen fabrikanten interesse. Verdere opvoering van seriematige productie en standaardisatie ligt dan ook in het verschiet.

7.2.3.

Hybride zonneënergiesystemen (HZE)

Hybride zonneënergiesystemen zijn mengvormen van passieve en actieve systemen waarmee een hoog rendement kan worden bereikt.

Een rendabele toepassing van een HZE-systeem is het systeem waarbij met een ventilator de door de zon voorverwarmde lucht, geforceerd aan de luchtspouw wordt onttrokken.

Deze lucht kan, behalve naar het achterliggende vertrek, ook via een luchtkanaal naar andere vertrekken worden gezogen. Bijvoorbeeld naar een inpanidige badkamer of een vertrek aan de niet-bezonde zijde. De lucht kan ook naar een gebalanceerd mechanisch ventilatiesysteem worden geleid.

7.3. beperking ventilatieverliezen

Bij een woning grenzend aan twee andere woningen en standaard geïsoleerd ($R = 2,0 \text{ m}^2\text{K/W}$), is het warmteverlies ten gevolge van ventilatie ongeveer even groot als het warmteverlies ten gevolge van transmissie. Wanneer de woning beter wordt geïsoleerd, neemt het transmissieverlies af. Het verlies door ventilatie blijft echter gelijk en neemt daardoor in aandeel van warmteverlies percentueel toe.

Het totale warmteverlies door ventilatie wordt bepaald door het ventilatievoud n_{totaal} (zie hoofdstuk 2.2.e.), de inhoud van de woning V , de warmtecapaciteit van de lucht ($1200 \text{ J/(K}\cdot\text{m}^3)$) en het gemiddelde temperatuurverschil tussen binnen en buiten gedurende het stookseizoen ter bepaling van het aantal graaduren.

In formule:

$$Q_{\text{vent.}} = 1200 \cdot n_{\text{totaal}} \cdot V \cdot \text{x aantal graaduren J/jr.}$$

n_{totaal} Moet groter zijn dan 0,5 en kleiner dan 1,0 (zie hoofdstuk 2.2.e.). Voor representatieve waarden voor het gemiddelde totale ventilatievoud zie tabel 9.

woning- type	eengezinswoning ¹⁾		flat ¹⁾	
	onbeschut	beschut	onbeschut	beschut
dicht (= nieuwbouw)	0,8	0,7	0,4	0,3
normaal (= gemiddeld voor bestaand woningbestand)	1,1	1,0	0,6	0,5
lek	2,0	1,7	1,2	1,0

¹⁾ Waarden inclusief seizoen gemiddeld effect van het bewust ventileren, globaal: $0,2 \frac{\text{m}^3/\text{h}}{\text{m}^3}$

tabel 9

Het ventilatieverlies ontstaat voor een deel door bewuste ventilatie en voor een deel door onbewuste ventilatie (infiltratie). (zie hoofdstuk 2.1.) Daarom geldt:

$$n_{\text{totaal}} = n_{\text{ventilatie}} + n_{\text{infiltratie}} \text{ (zie hoofdstuk 2.2.e)}$$

Het is het streven in goed geïsoleerde woningen het ventilatievoud door bewuste ventilatie vele malen groter te laten zijn dan het ventilatievoud door infiltratie. Want bewuste ventilatie is controleerbaar, kan tot een minimum worden beperkt én heeft de mogelijkheid zonnewarmte te benutten. Infiltratie is grotendeels oncontroleerbaar en mag daarom niet als bijdrage in de minimaal vereiste ventilatievoorzieningen worden meegerekend.

7.3.1. Bewuste ventilatie

Onder bewuste ventilatie verstaan we de bewuste afvoer van vervuilde warme lucht en de aanvoer van schone koele lucht. Deze aan- en afvoer van lucht kan natuurlijk geschieden door het openen van ramen en ventilatieroosters, of op mechanische wijze.

Om deze ventilatie te beperken zijn twee maatregelen noodzakelijk:

- het creëren van goede ventilatiemogelijkheden;
- het geven van voorlichting aan bewoners

A. HET CREËREN VAN GOEDE VENTILATIEMOGELIJKHEDEN

○ natuurlijke ventilatie

Woningen moeten snel en grondig kunnen worden doorgelucht. Het luchten hoeft niet zonder tocht gepaard te gaan. Het ventileren wel omdat dit permanent plaatsvindt. Om aan de in de MBV gestelde eisen betreffende doorspiikbaarheid tegemoet te komen, moeten in tenminste twee verschillende gevels ramen of deuren te openen zijn. De afmetingen van deze beweegbare delen moeten minstens 1/20 van het oppervlak van de achterliggende ruimte beslaan.

Om aan de minimaal gestelde eisen voor ventilatie tegemoet te komen (NPR 1088 en NEN 1087) dienen regelbare ventilatieroosters en klepramen te worden aangebracht op 1.80m hoogte. Voor de minimale afmetingen zie tabel 10.

netto doorlaat [bron 70]:

slaapkamer: $0,001 \times \text{opp. slk. (m}^2\text{)}$ met minimum van $0,007 \text{ m}^3/\text{s}$

woonkamer: som van doorlaat slaapkamers met maximum van $0,042 \text{ m}^3/\text{s}$

gesl. keuken $< 10 \text{ m}^2$: $0,021 \text{ m}^3/\text{s}$

gesl. keuken $> 10 \text{ m}^2$: $0,028 \text{ m}^3/\text{s}$

tabel 10.

De roosters dienen uitneembaar te zijn en een maaswijdte te hebben groter dan 4 mm.

○ mechanische ventilatie

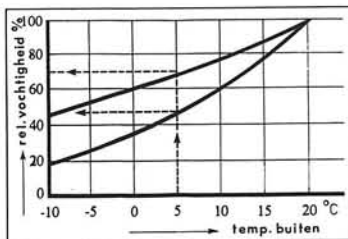
Zie hoofdstuk 8.

B. HET GEVEN VAN VOORLICHTING AAN BEWONERS

Om de ventilatieverliezen te beperken is goede voorlichting aan bewoners noodzakelijk. Het ventilatiegedrag moet worden aangepast aan de goed geïsoleerde en kierdichte woning. Bewoners moeten weten hoe en wanneer ze moeten luchten dan wel ventileren.

Op bouwtechnisch niveau kunnen maatregelen worden getroffen die een juist ventilatiegedrag bevorderen. Zo is het in de wintersituatie energetisch beter tien minuten een klepraampje open te zetten dan continu een rooster open te laten staan. Een draaikiepraam biedt hiertoe een goed mogelijkheid. Het is echter niet in alle gemeenten toegestaan om alleen een draaikiepraam aan te brengen, waardoor ventilatieroosters niet te vermijden zijn.

Soms wordt in een woning een enkelglas-klepraam aangebracht als 'condensatieverklikker'. De bewoner wordt door de optredende condens aangemoedigd om te ventileren. In de winter komt dit signaal echter veel te vroeg waardoor onnodige ventilatieverliezen ontstaan. Bij -5°C buitentemperatuur en 20°C binnentemperatuur condenseert het glas al bij een relatieve vochtigheid van 30%. Zie fig.36.



figuur 36

7.3.2.

Onbewuste ventilatie (infiltratie)

De ventilatieverliezen ten gevolge van infiltratie zijn afhankelijk van:

- de gemiddelde woningluchttemperatuur;
- ventilatie en stookgedrag;
- oriëntatie op de windrichting;
- woningontwerp;
- kierdichting;
- installatiesysteem.

A. GEMIDDELDE WONINGLUCHTTEMPERATUUR

Zie hoofdstuk 2.2.

B. VENTILATIE EN STOOKGEDRAG

Zie hoofdstuk 2.2. en 4.3.

C. ORIENTATIE OP DE WINDRICHTING

Zie hoofdstuk 4.3.1.

D. WONINGONTWERP

Zie hoofdstuk 6.3.

E. KIERDICHTING

De enige manier om de mate van kierdichtheid van een woning goed te beoordelen is het uitvoeren van een opblaasproef (10 Pa drukverschil). Een goede kierdichtheid is vooral belangrijk bij aanwezigheid van luchtverwarming omdat hierbij sprake kan zijn van een hogere luchttemperatuur en een lichte overdruk. Ook bij mechanische ventilatie is goede kierdichting belangrijk vanwege de aanwezige onderdruk die 's winters tot tochtklachten kan leiden. Koude lucht komt via de slechte kierdichting achter de voorzetwandconstructie terecht en wordt dankzij de onderdruk via de zwakste schakel de woning ingezogen. Deze schakels zijn bijvoorbeeld stopcontacten, plinten, vloeraansluitingen en de brievenklep. Een goede bereikbaarheid van de constructie is van belang om bij optredende klachten onmiddellijk het detail te kunnen vernieuwen of aan te passen.

In de norm 'Luchtdichtheid bij woningen', wordt als maximum 80 m³ lucht per uur voorgesteld wanneer luchtverwarming of gebalanceerde mechanische ventilatie worden toegepast in nieuwbouw.

De energiebesparing ten gevolge van extra kierdichting is afhankelijk van het ventilatie- en verwarmingssysteem. Globaal kan een besparing van 150 m³ gas per jaar worden bereikt bij een investering van circa f 165,- in een goed geïsoleerde gemiddelde woning die is uitgerust met een radiatorenverwarming en mechanische ventilatie [bron: Bouwwereld nr 9a, d.d. 1/5/87].

Kierdichting is van belang bij de uitvoering van:

- draaiende delen;
- bouwkundige aansluitingen;
- binnendeuren wanneer buffers zijn aangebracht;

○ draaiende delen

NEN 3661 en ISSO 4 stellen eisen aan de luchtdoorlatendheid van kieren en naden van draaiende delen in de gevel. De mate van luchtdoorlatendheid wordt aangegeven door een coëfficiënt a in 10^{-3} m³/s lucht per m¹ kierlengte (bij 1 Pa drukverschil). De kierdichting is goed bij $a =$ circa 0,2 [bron 29]

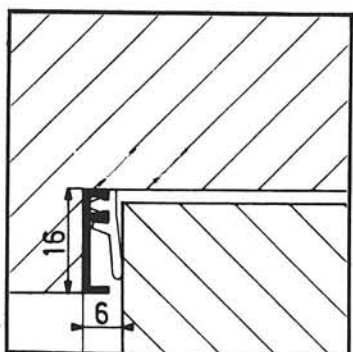
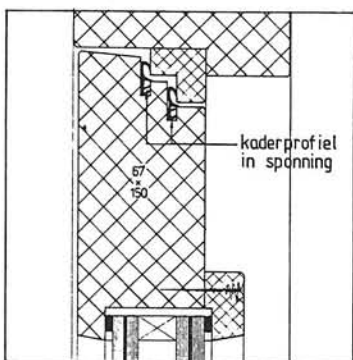
De a van ramen van hout of kunststof met een dubbele kierdichting bedraagt ongeveer 0,24, wat redelijk goed is [bron 9]. Ramen met een driedubbele kierdichting hebben een a -waarde van 0,12 maar worden vooral uit geluidtechnische overwegingen toegepast. De kierdichting bij houten ramen kan het best worden gerealiseerd door middel van een ingefreesd kaderprofiel (zie fig.37). Deze profielen zijn minder aan slijtage onderhevig dan een sponningprofiel (zie fig.38). Dit betekent wel dat met de houtmaat rekening moet worden gehouden. De meerprijs bedraagt circa f 6,50 per m¹.

Waar het de prijs betreft kunnen hardhouten kozijnen concurreren met kunststof kozijnen. Aan beide kozijnen kleven echter milieu-bezwaren: plastic is niet afbreekbaar en tropisch hardhout staat ter discussie vanwege de ontbossingsproblematiek van het tropisch regenwoud. Andere houtsoorten kunnen ook goed voldoen.

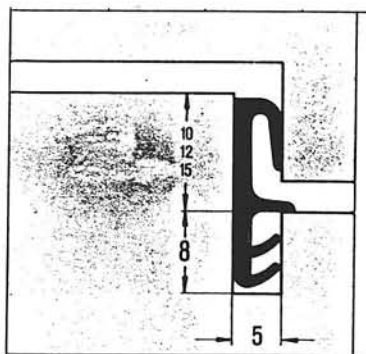
Voor aansluitprofielen (zie fig.39) komen rubberen profielen eerder in aanmerking dan PVC-profielen. Dit vanwege de blijvende veerkracht.

Met name bij deuren neemt de kwaliteit van de kierdichting met de tijd af. Kromtrekken vormt één van de oorzaken. Het is daarom verstandig een driepuntssluiting aan te brengen. Bij kleine ramen is een tweepuntssluiting voldoende. Bij schuiframen is de kans op goede kierdichting klein. Een dergelijke raamvorm kan beter worden vermeden.

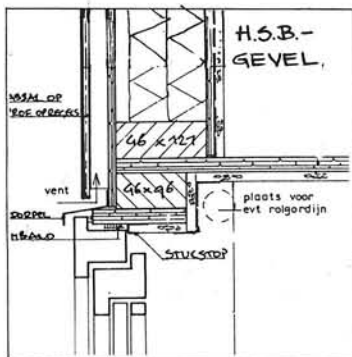
Het dient in ieder geval aanbeveling het aantal draaiende delen in een windgevoelige gevel te beperken.



figuur 37 + 38



figuur 39



figuur 40

○ bouwkundige aansluitingen

Uit de praktijk blijkt dat op verschillende plaatsen in de woning regelmatig luchtlekken optreden. Met name bij de nok van het dak, bij hellende dakaansluitingen (dakrand, dakraam e.d.), bij dak/gevel- aansluitingen, bij het luik van de kruipruimte, bij meterkastdoorvoeren en bij de brievenbus.

De kierdichting van bouwkundige aansluitingen in de gevel voldoet wanneer $a = 0,1$. Dichtschuimen van naden resulteert in een optimale luchtdichtheid maar aangezien deze schuimen vaak CFK's bevatten en dus negatieve gevolgen hebben voor het milieu verdient het aanbeveling eerst te proberen op een andere wijze een goede kierdichting te bereiken. Bijvoorbeeld door middel van een rubber profiel. Indien de naden breed zijn, moet isolatiemateriaal worden toegepast waarop vervolgens, ter voorkoming van tocht, een spouw- of aftimmer-lat moet worden bevestigd.

De detaillering van een goede kierdichte bouwkundige aansluiting vindt plaats van buiten naar binnen. De waterkering bevindt zich aan de buitenzijde, de tochtkering aan de binnenzijde. Op deze wijze kan in de constructie aanwezig vocht toch naar buiten worden afgevoerd. Zie figuur 40.

Houtskeletbouw kenmerkt zich door veel naden en aansluitingen en vraagt extra aandacht voor de kierdichting.

○ binnendeuren wanneer buffers zijn aangebracht

Indien in de woning buffers zijn aangebracht of vertrekken met verschillende warmtebehoefte zijn gescheiden, zijn ook binnendeuren van invloed op het infiltratieverlies. Ook de luchtdichtheid van de binnendeuren vraagt dan enige aandacht.

Ter indicatie de luchtdoorlatendheid van binnendeuren [bron 37]:

binnendeur zonder drempel: $a = 2,4$

binnendeur met drempel: $a = 0,9$

binnendeurkozijn + tochtprofiel: $a = 0,36$

$\times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}^1$ (Bij 1 Pa drukverschil)

Wanneer de binnendeur de scheiding vormt tussen een verwarmde ruimte en een onverwarmde tochtsluis, moet de binnendeur het karakter van een buitendeur hebben. In de andere genoemde gevallen hoeft dat niet maar moeten de binnendeuren wel zijn voorzien van drempels.

Deurdrangers maken de werking van een tochtsluis minder bewonersafhankelijk (goed toe te passen bij een trappenhuisdeur).

○ Installatiesysteem

Zie hoofdstuk 8.

7.4.

bepering transmissieverliezen

Het isoleren van een woning is de meest doeltreffende maatregel om het transmissieverlies in die woning terug te brengen. Bij het aanbrengen van isolatie moet men zich echter bewust zijn van vochtproblemen die zich in de woning kunnen voordoen. Onzorgvuldig aangebrachte isolatie vergroot namelijk de kans op condensatie en wanneer vocht de isolatielaag kan bereiken neemt de isolatiewaarde sterk af. In dit hoofdstuk komen daarom de volgende onderwerpen aan de orde:

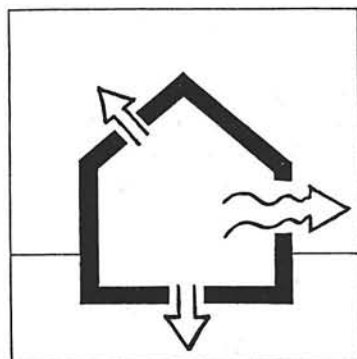
- de invloed van isolatie op het transmissieverlies;
- de wijze van isoleren;
- het voorkomen van vochtproblemen.

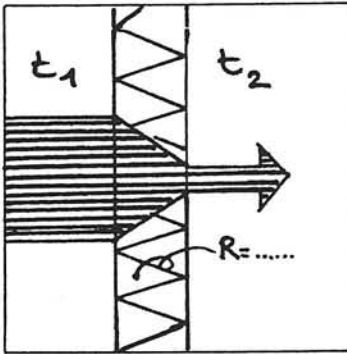
7.4.1.

Bepering transmissieverlies; De invloed van isolatie op het transmissieverlies.

De grootte van de warmtestroom van binnen naar buiten hangt af van de warmteweerstand % van de schil. Deze neemt toe bij een toenemende dikte en/of bij verhoging van de kwaliteit van de isolatie.

In formule: $Q = (T_i - T_e) / R \times \text{Opp. [Watt]}$





In de ModelBouwVerordening (MBV) en de NEN 1068 worden eisen gesteld met betrekking tot de minimale warmteweerstand in woningen. De belangrijkste eisen zijn:

- buitengevel + dak $R = 2,0 \text{ m}^2\text{K/W}$
(vrijstelling indien $I_t > 12$)
- trappenhuiswand $R = 1,3 \text{ m}^2\text{K/W}$
- begane grondvloer $R = 1,3 \text{ m}^2\text{K/W}$
- vloer boven onverwarmde ruimte $R = 1,3 \text{ m}^2\text{K/W}$
- wand tussen woning en bedrijf $R = 0,6 \text{ m}^2\text{K/W}$

Deze eisen gelden vanaf 1 juni 1987. Een verhoging naar $R = 2,5 \text{ m}^2\text{K/W}$ voor gevels en daken wordt al in 1990 verwacht. In sommige gemeenten wordt al van een dergelijke isolatiewaarde uit gegaan.

De warmteweerstand % is van meerdere factoren afhankelijk; van de warmtedoorgangscoefficiënt (u) van de constructie en van de warmtegeleidingscoëfficiënt (λ) en de dikte (d) van het toegepaste materiaal.

a. DE WARMTEDOORGANGSCOEFFICIENT (u)

De warmtedoorgangscoefficiënt wordt bepaald door de opbouw van de constructie. Hoe groter u , hoe kleiner R , hoe groter het transmissieverlies.

In formule: $R = 1/u$

b. DE WARMTEGELEIDINGSCOEFFICIENT (λ) EN DE DIKTE VAN HET MATERIAAL (d).

Hoe kleiner de λ -waarde van een materiaal is, hoe groter de R -waarde is en hoe kleiner het transmissieverlies.

In formule: $R = d/\lambda$

Enkele λ -waarden van bouwmaterialen [bron. 45]:

gasbeton	- 0,15	W/(K.m)
gevelsteen	- 1,1	W/(K.m)
kalkzandsteen	- 0,9	W/(K.m)
gipskartonplaat	- 0,20	W/(K.m)
hout/underlayment	- 0,15	W/(K.m)
minerale wol	- 0,035	W/(K.m)
polystyreenschuim (PS)	- 0,03	W/(K.m)
Polyurethaan-schuim (PUR)	- 0,03	W/(K.m)

Voor een constructie die uit een aantal evenwijdige lagen is opgebouwd, kan de warmteweerstand worden bepaald door optelling van de warmteweerstanden van de verschillende lagen. Deze som heeft het symbool R_c en moet worden vermeerderd met de overgangsweerstanden van de constructie naar lucht; $0,17 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^2\text{K/W}$ bij een scheiding binnen-buiten en $0,26 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^2\text{K/W}$ bij een scheiding binnen-binnen.

Ter indicatie [bron VNG/Sven, isolatiewegwijzer]:

Het warmteverlies bij $R = 2 \text{ m}^2\text{K/W}$ bedraagt bij:

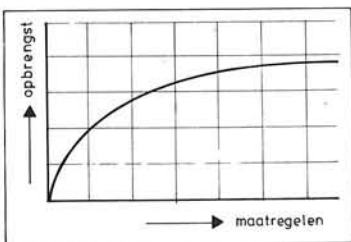
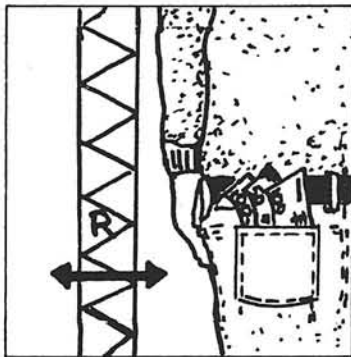
- een ruimte met $T_i = 19^\circ\text{C}$ (woonkamer) $8 \times u \cdot \text{m}^3 \text{ gas/m}^2\text{/jaar}$
- een ruimte met $T_i = 16^\circ\text{C}$ (slaapkamer) $6 \times u \cdot \text{m}^3 \text{ gas/m}^2\text{/jaar}$

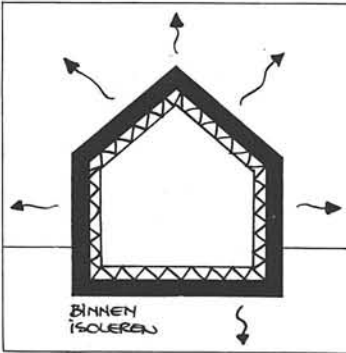
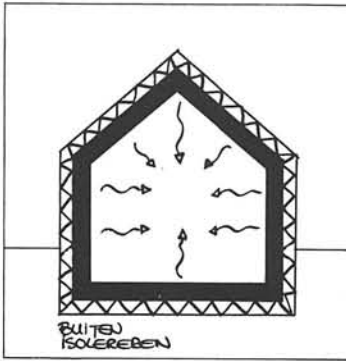
Eindeloos verhogen van de R -waarde heeft geen eindeloze verlaging van het transmissieverlies tot gevolg. Dit verschijnsel staat bekend als de wet van de verminderde meeropbrengst (zie hoofdstuk 2.1). Bij de huidige gasprijs van circa $f 0,45/\text{m}^3$ gas ligt de optimale isolatiewaarde bij $R = 3,5 \text{ m}^2\text{K/W}$. Wanneer het gas $f 0,60/\text{m}^3$ gas kost, is een isolatiewaarde van $R = 4 \text{ m}^2\text{K/W}$ nog rendabel.

Ter indicatie [bron 22]:

De energiebesparing bij $R = 3,5 \text{ m}^2\text{K/W}$ bedraagt (vergeleken met $R = 2,0$) bij:

- begane grond-vloeren ($T_i = 19^\circ\text{C}$) $0,8 \text{ m}^3 \text{ gas/m}^2\text{/jaar}$
- wanden woonverdieping ($T_i = 19^\circ\text{C}$) $1,7 \text{ m}^3 \text{ gas/m}^2\text{/jaar}$
- wanden slaapverdieping ($T_i = 16^\circ\text{C}$) $1,4 \text{ m}^3 \text{ gas/m}^2\text{/jaar}$
- dak woonverdieping ($T_i = 19^\circ\text{C}$) $1,7 \text{ m}^3 \text{ gas/m}^2\text{/jaar}$
- dak bergzolder ($T_i = 12^\circ\text{C}$) $0,8 \text{ m}^3 \text{ gas/m}^2\text{/jaar}$



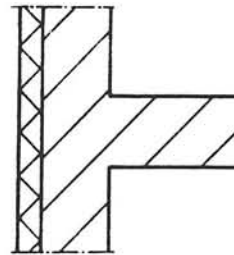


7.4.2.

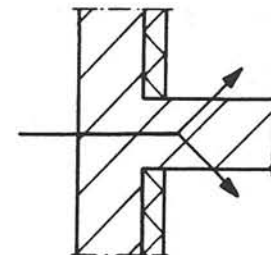
Beperking van het transmissieverlies; De wijze van isoleren

Bij het aanbrengen van isolatie moet de keuze worden gemaakt tussen het aanbrengen van isolatie aan de binnen- of aan de buitenzijde van de constructie. In het algemeen biedt het voordelen de isolatie aan de buitenzijde aan te brengen. Zo is het bij een uitwendig gelegen isolatie eenvoudiger om aansluitingskoudebruggen te isoleren. Bijvoorbeeld bij de aansluiting tussen de gevel en de woningscheidende muur (zie fig.41). Verder zal een uitwendige isolatie de draagconstructie behoeden voor onaanvaardbare thermische lengteveranderingen. Tenslotte zal bij isolatie aan de buitenzijde het optreden van ontoelaatbare inwendige condensatie gemakkelijker kunnen worden voorkomen.

Dat isolatie aan de buitenzijde de voorkeur heeft betekent niet dat isolatie aan de binnenzijde moet worden voorkomen. Ook hiervoor zijn vele uitstekende oplossingen beschikbaar.



Buitenisolatie



Binnenisolatie
(potentiële koudebrug)

figuur 41



De volgende woningdelen komen voor isolatie in aanmerking:

- de gevel
- het dak
- de vloeren
- de wanden

A. DE GEVEL

Bij de gevel kan onderscheid worden gemaakt tussen:

- massief gemetselde gevels
- gemetselde gevels met spouwmuren
- samengestelde gevels.

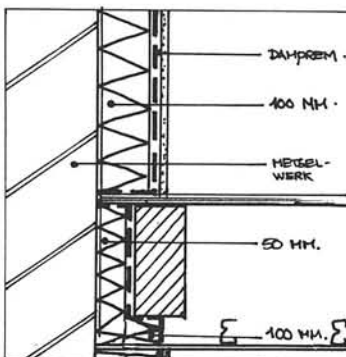
o massief gemetselde gevels

a. binnenisolatie

Voor het overgrote deel zijn de gevels van vooroorlogse woningbouw opgetrokken uit steens metselwerk ($R=0,41 \text{ m}^2\text{K/W}$). Het metselwerk van de gevel van de begane grondverdieping is daarbij soms anderhalfsteens ($R=0,55 \text{ m}^2\text{K/W}$). Het verwijderen van oude afwerkklagen, het inlaten van leidingen en het opnieuw afwerken van gevels aan de binnenzijde is erg arbeidsintensief. Daarom worden de gevels aan de binnenzijde vaak voorzien van een losse voorzetwandconstructie opgebouwd uit een houten of metalen stijl- en regelwerk en voorzien van gipskartonplaat. Het ligt voor de hand de isolatie achter deze voorzetwand aan te brengen. Zie fig.42.

Voor een steens gevel met 10 cm minerale wol: $R = 2,68 \text{ m}^2\text{K/W}$

Voor een steens gevel met 12 cm minerale wol: $R = 3,2 \text{ m}^2\text{K/W}$



figuur 42

Aan de warme zijde van de isolatie moet een dampremmende folie worden aangebracht om inwendige condensatie te voorkomen. Deze dampremmende folie moet, net als het isolatiepakket, op de plaats van het vloerpakket ononderbroken worden doorgezet. Zie hoofdstuk 7.4.3.

b. buitenisolatie

Behalve de reeds genoemde voordelen van buitenisolatie zijn er nog andere voordelen. Zo is een herindeling van de gevel eenvoudiger uit te voeren vanwege de goede camouflage. Ook een troosteloos uiterlijk kan met behulp van een kleurige en/of gestructureerde buitenisolatie worden opgeleurd.

Bij nieuw aan te brengen metselwerk kan worden volstaan met een goedkope steensoort die in "vuilwerk" is uitgevoerd. En wanneer de gevel waterdicht gemaakt moet worden, kan dit in combinatie met buitengevelisolatie. De isolatiebekleding dient dan als waterkering.

Buitengevelisolatie heeft echter ook een aantal nadelen:

- Het is duurder dan binnengevelisolatie. Ter indicatie: binnengevelisolatie kost ca. f 65,-/m², buitengevelisolatie ca. f 180,-/m². Buitengevelisolatie voorzien van stucwerk is kwetsbaar op begane grondnivo (niet voldoende stootvast). Ter voorkoming van beschadigingen moet in een plaatselijke afwerking van metselwerk, tegels of plaatmateriaal worden voorzien. Dit verhoogt opnieuw de prijs.
- Het uiterlijk van de woningen kan aanzienlijk worden gewijzigd. De Welstandscommissie maakt hier vaak een probleem van.

Optrekkend vocht dient in alle gevallen te worden voorkomen. Nat isolatiemateriaal verliest gedeeltelijk zijn isolerend vermogen. Ook de neggekanten van raompeningen worden geïsoleerd ter voorkoming van koudebruggen (minimaal 2 cm isolatie). Zie fig.43.

Ter indicatie (150mm nieuw aangebrachte kalkzandsteen en isolatie) [bron 57]:

	Rc = 2 m ² K/W	Rc = 2,5 m ² K/W	Rc = 3,5 m ² K/W
min.wol	75	95	135
PS	70	90	130
PUR	55	70	100 mm

Uitvoeringsvarianten buitengevelisolatie:

1. Isolatiemateriaal met een wapeningsnet van glas- of polyestervezel en met een waterkerende pleisterlaag.

De achtergrondconstructie kan bestaan uit oud metselwerk, nieuw metselwerk of een houtskeletbouw-constructie. Het isolatiemateriaal kan bestaan uit minerale wol, PS-schuim, glasschuim of gespotten isolerende mortel. Dit laatste heeft een veel lagere isolatiewaarde dan de andere mogelijkheden; 15 cm isolerende mortel komt overeen met 5 cm PS-isolatie. De pleisterlaag bestaat óf uit kunstharisgebonden óf uit mineraalgebonden materiaal.

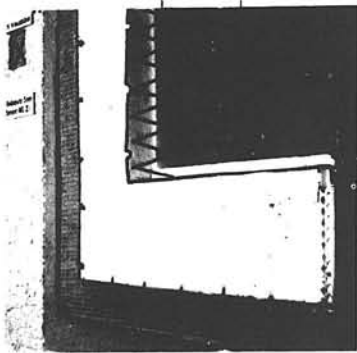
Deze vorm van buitengevelisolatie moet voldoen aan de kwaliteitseisen en verwerkingsrichtlijnen van Bedrijfsschap Stukadoors-Terrazzo en Steengaasstellersbedrijf en wordt daarom aangebracht door gespecialiseerde bedrijven.

2. Isolatie en waterkerend plaatmateriaal.

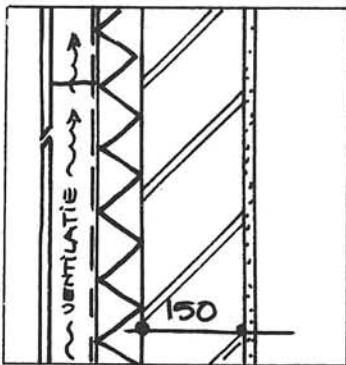
Het isolatiemateriaal kan bestaan uit minerale wol of polystyreen (PS). Het plaatmateriaal kan bestaan uit multiplex (vraagt veel onderhoud), vezelcement of kunststofplaat, metalen profielplaat, rabatdelen of gepotdekselde delen. Tussen de isolatie en de plaatafwerking moet een met buitenlucht zwak geventileerde spouw aanwezig zijn. De plaatafwerking is waterwerend en de isolatie is voorzien van een waterkerende laag.

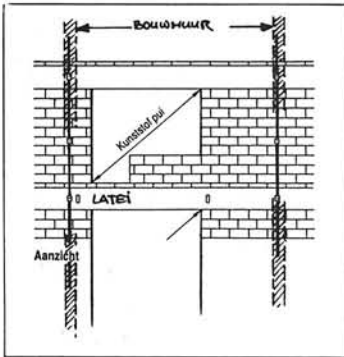
3. Gasbeton in plaats van metselwerk en isolatie

Wanneer een gevel opnieuw moet worden opgetrokken vormen gasbetonblokken (0,2 x 0,25 x 0,5 m) een goed alternatief voor metselwerk. Voorzien van een buitengevelisolatie van 70 mm PUR bereiken zij een R-waarde van 3,1



figuur 43





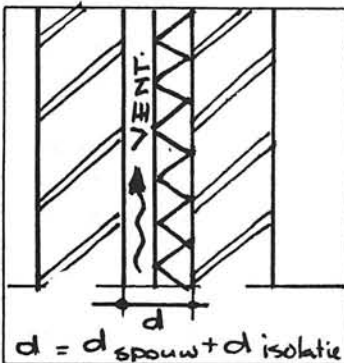
hogere oppervlaktetemperatuur hetgeen gunstig is bij toepassing van luchtverwarming. Door de grote krimp van gasbeton bij verwerking, vraagt koppeling naar de krimpvrije bouwmuren of vloeren extra aandacht. Per verdieping moet een latei van bouwmuur naar bouwmuur lopen, voorzien van ankers, om stabiliteit aan de bouwmuur te geven en windbelasting af te dragen. De aanwezige krimpnaaden kunnen, zonder dilatatievoegen, worden afgedekt door de buitengevelisolatie.

De warmtegeleidingscoëfficiënt (lambda) bedraagt bij een dichtheid van 800 kg/m³: 0,15 W/(mK).

o gemetselde gevels met spouwmuren

In de woningbouw zijn voor het jaar 1930 nauwelijks spouwmuren toegepast. Na 1930 zijn wel een aantal experimentele toepassingen uitgevoerd maar deze constructies zijn in het merendeel slecht geschikt voor na-isolatie in de vorm van spouwisolatie. De spouwbreedte is namelijk te klein (circa 3 cm) en er bevinden zich veel koudebruggen in de spouw in de vorm van gevallen specie. Van spouwmuren is dus vooral sprake bij nieuw te metselen gevels. Wanneer (delen van) gevels opnieuw moeten worden opgetrokken, valt de keuze vaak op een relatief goedkope gemetselde spouwmuur. Want:

- spouwisolatie is circa f 15,- goedkoper dan binnenisolatie;
- het binnenspouwblad kan in goedkoper materiaal worden uitgevoerd dan het steens gevelsteen-metselwerk.



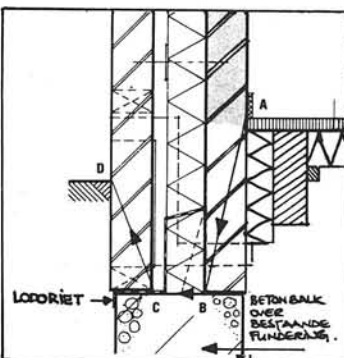
a. buitenspouwblad

Het buitenspouwblad moet worden uitgevoerd in niet-vorstgevoelige gevelsteen (lambda = 1,1 W/(K.m)).

b. spouw

Ter indicatie [bron 57]:
 binnenspouwblad = 105 mm kalkzandsteen
 lambda binnenspouwblad = 0,9 W/(K.m)
 (alle getallen in mm):

spouw isolatie	Rc = 2 m ² K/W		Rc = 2,5 m ² K/W		Rc = 3,5 m ² K/W	
	d isol	d spouw	d isol	d spouw	d isol	d spouw
min. wol	65	105	85	125	125	165
PS	60	90	80	110	115	145
PUR	50	80	65	95	95	125



figuur 44

Een luchtspouw van 30 mm heeft bij harde isolatieplaten een R-waarde van 0,17 m²K/W. Om dezelfde R-waarde te bereiken bij zachte isolatieplaten moet de luchtspouw met 10 mm worden verbreed. Een spouw zonder ventilatieruimte moet van 5 mm extra isolatie worden voorzien om de gewenste R-waarde te bereiken. De kans op vochtproblemen is bij een dergelijke constructie groter dan bij constructies met luchtspouw. Om het vocht af te voeren moet de spouw van ventilatieopeningen zijn voorzien ter hoogte van de fundering en boven aan de spouw.

Zolang de spouwwijdte kleiner is dan 300 mm hoeven geen bijzondere voorzieningen te worden getroffen. Wél moeten de spouwankers op onderling kleinere afstand staan en een grotere diameter hebben dan gebruikelijk is bij standaard spouwmatten.

De spouw mag niet in verbinding staan met de kruipruimte en, om koudebruggen te vermijden, moet het traject ABCD uit fig.44 minimaal 700 mm zijn.

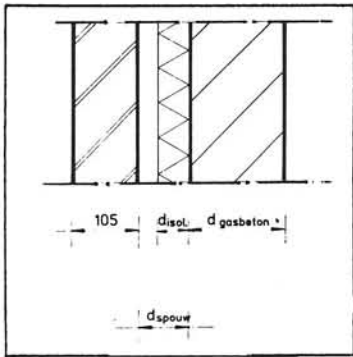


c. isolatiemateriaal

Steenwolplaat brokkelt sneller af dan glaswolplaat en vraagt daarom om een meer zorgvuldige detaillering. Er zijn verschillende persingen voorhanden. Een halfharde isolatieplaat geeft de beste kosten/batenverhouding.

d. binnenspouwblad

Het binnenspouwblad kan uit verschillende materialen bestaan. De aansluitingen van binnenspouwblad met (houten) vloeren vraagt ook om geluidstechnische redenen veel aandacht. De geluidsisolatie-index naar aangrenzende woningen toe moet minimaal 0,0 dB(A) bedragen. Daarom moeten de aansluitingen luchtdicht zijn, het binnenoppervlak goed afgewerkt zijn en de isolatie in het woningscheidende plafond langs het binnenspouwblad op de bovenkant van het plafond zakken.



1. binnenspouwblad van kalkzandsteen:

De lambda van het spouwblad = $0,9 \text{ W/(K.m)}$ en de binnenaafwerking bestaat uit pleisterwerk of een filmlaag.

2. binnenspouwblad van gasbeton

De voordelen van deze constructie zijn de isolerende eigenschappen en het lichte gewicht van gasbetonblokken. Zie 7.4.1.a. Verbreiding van het binnenspouwblad betekent een verhoging van de R-waarde.

$R = 2,5 \text{ m}^2\text{K/W}$ wordt bereikt indien [bron 57]:

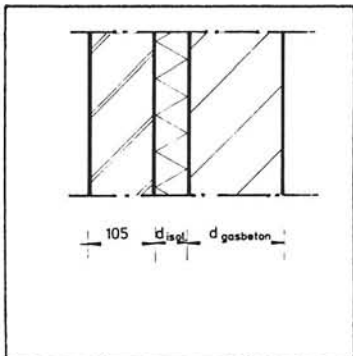
met spouw:

(alle getallen in mm)

d-gasbeton d	100		120		140	
	isol	spouw	isol	spouw	isol	spouw
min. wol	65	105	50	100	55	95
PS	60	90	55	85	50	80
PUR	50	80	45	75	40	70

zonder spouw:

min. wol	70	70	65	65	60	60
PS	65	65	60	60	55	55
PUR	55	55	50	50	45	45



o samengestelde gevels

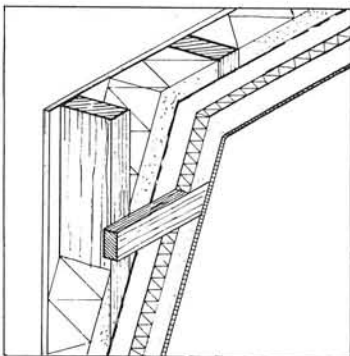
Samengestelde gevels zijn te onderscheiden in gevels van:

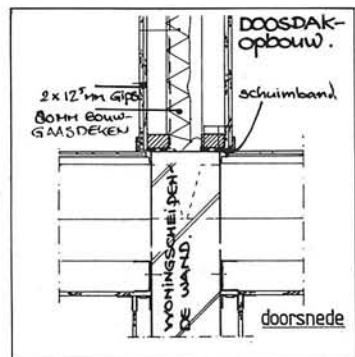
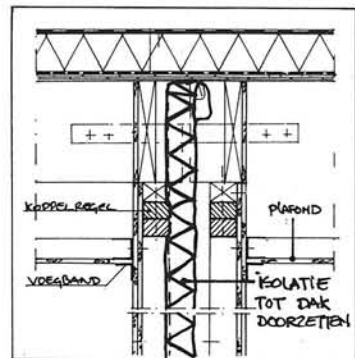
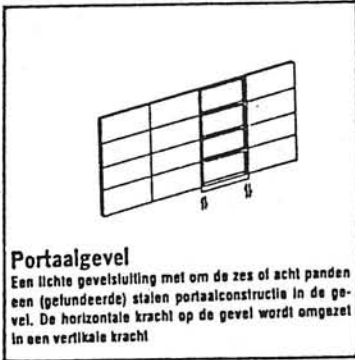
- houtskeletbouw
- sandwichpanelen

a. houtskeletbouw (HSB)

Bij het aanbrengen van een extra verdieping op bestaande bouw, het plaatsen van een nieuwe achtergevel uit de rooilijn of het bouwen van een terugliggend dakterras kan de behoefte aan lichte constructies ontstaan. Deze kunnen gerealiseerd worden in houtskeletbouw (HSB). HSB wordt ook vaak toegepast bij het verkleinen van raamopeningen e.d.

Behalve door zijn geringe gewicht kenmerkt HSB zich door het gescheiden oplossen van verschillende functies als dragen, regenkeren, isoleren en het verzorgen van de stabiliteit. Het is mogelijk bij zes tot acht panden de stabiliteit binnen één travee te realiseren met behulp van een zogenaamde "portaalconstructie". Een dergelijke constructie leidt echter plaatselijk tot aanzienlijke puntlasten in de fundering, zodat op die plaats in feite extra paalfundering behoort te worden aangebracht. Om dit te voorkomen kan een gemetselde onderbouw op de begane





grond worden aangebracht met daarop het HSB-raster. Door deze maatregel wordt de stabiliteit verspreid opgelost en kan funderingsversterking achterwege blijven.

Vanwege haar geringe massa bestaat bij woningen van HSB een grotere kans op oververhitting dan bij woningen met gemetselde of betonnen wanden. Zonwering en ventilatie verdienen veel aandacht. De brandwerendheid (van 60 minuten) en de geluidsisolatie worden gegarandeerd door het aanbrengen van 80 mm bouwgaasdeken of 100 mm minerale wol en 2 x 12,5 mm gipskartonplaat. De materialen moeten direct aansluiten op dak- en gevelisolatie om brandoverslag en geluidoverlast te voorkomen. HSB, prefab aangeleverd, kan goed concurreren met metselwerk.

De afmetingen van het stijl- en regelwerk van HSB zijn groot genoeg om een dik isolatiepakket op te kunnen nemen. De gebruikelijke maten zijn namelijk 120 of 90mm. Bij een houtmaat van 120mm kan een R-waarde van 3,5 m²K/W worden gehaald. Bij een constructie met kleinere maten moet óf een hoogwaardiger isolatiemateriaal worden toegepast óf een deel van de isolatie in een voorzetwandconstructie worden opgenomen. Voordeel van de laatste mogelijkheid is dat brandoverslag en geluidoverlast naar belendende woningen beter wordt voorkomen. Dit is vooral van belang wanneer gevelvullende prefab-elementen tussen de bouwmuren worden geplaatst. Voorzetwanden kunnen ook maattoleranties wegwerken (scheefstand bouwmuren e.d.) maar zijn duurder dan de constructie waarbij de binnenzijde van de doosgevel tevens de binnenwandafwerking vormt.

buitenwandafwerking

De buitenwandafwerking moet bestaan uit regendicht plaatmateriaal op rachsels. Bijvoorbeeld:

- vezelcementplaat (f 50,- tot 70,-/m²). Dit materiaal is gevoelig voor mechanische beschadigingen en kan daarom beter niet worden toegepast op het begane grondniveau en bij dakterrassen.
- volkernplaat (f 70,- tot 110,-/m²)
- stuc op isolatie
- rabatdelen
- metaalprofielplaat
- multiplex
- western red cedar (geen onderhoud)

luchtspouw

De luchtspouw moet met buitenlucht zwak worden geventileerd en dient, indien plaatmaterialen als buitenbekleding zijn toegepast, minimaal 20 mm te bedragen.

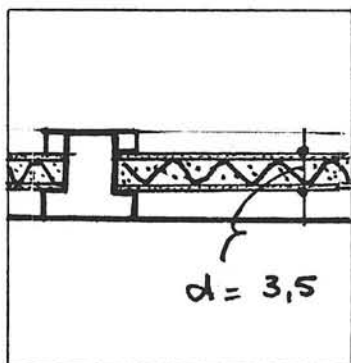
stijl- en regelwerkconstructie (doos)

De isolatie krijgt een plaats tussen het stijl- en regelwerk waarvan de binnenzijde van een dampremmende laag is voorzien en indien nodig, aan binnen- en/of buitenzijde van een plaat multiplex voor de stabiliteit.

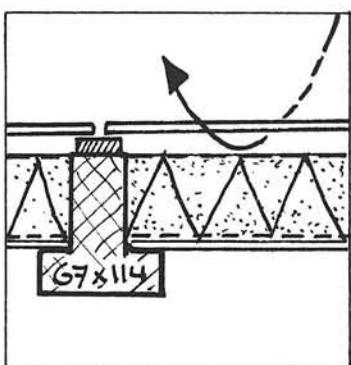
Aan de buitenzijde van de doos moet een water- en tochtkerende, dampdoorlatende laag aanwezig zijn. Het multiplex kan deze functies vervullen maar indien dit niet het geval is, moet bouwpapier of geschubde ventilatiefolie aan de buitenzijde van het stijl- en regelwerk worden aangebracht. Bij toepassing van PE-gaatjesfolie zijn de taaheid van het materiaal en de afmetingen van de gaatjes van belang. De gaatjesfolie loopt het gevaar dicht te slijben en daardoor te dampremmend te worden.

binnenwandafwerking

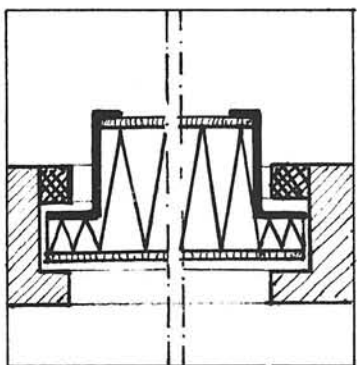
Het is gebruikelijk de binnenzijde van de constructie af te werken met 12,5 mm gipskartonplaat (eventueel 2 x 12,5 mm om een brandvertraging van 60 minuten te bereiken.)



figuur 45



figuur 46



b. sandwichpanelen

Sandwichpanelen worden fabrieksmatig geproduceerd en hebben een opbouw vergelijkbaar met HSB. De doorsnede van buiten naar binnen: gevelbekledingsplaat, zwak geventileerde spouw, water- en tochtkerende laag, isolatie, dampremmende laag en afwerkingsplaat.

Als bekledingsmateriaal kunnen verschillende materialen dienst doen; vezelcementplaten, volkernplaten, aluminium, staalplaat en zelfs glas.

De dikte van het sandwichpaneel wordt veelal bepaald door de profielmaat van de pui of van de deur waarin ze wordt opgenomen. Het veelvuldig toegepaste kunststofprofiel kan zonder extra voorzieningen een sandwichpaneel met een maximale dikte van 3,5 cm bevatten. Dit heeft tot gevolg dat voor een isolatiemateriaal met een hoge isolatiewaarde moet worden gekozen. Bijvoorbeeld PUR. Zie fig.45.

Een hardhouten kozijnprofiel biedt meestal meer ruimte. Hierbij kan dus isolatiemateriaal met een kleinere isolatiewaarde én dus goedkoper materiaal worden gekozen. De dikte van het isolatiemateriaal kan oplopen tot circa 90 mm. Zie fig.46.

Met een speciaal Z-profiel dat in de sponning kan worden opgenomen, kan de dikte van het sandwichpaneel worden vergroot.

Het is vaak een betere oplossing om de isolatie in een voorzetwandconstructie aan de binnenzijde van de pui op te nemen. In plaats van het sandwichpaneel kan nu een enkele volkernplaat in de pui worden opgenomen. De voordelen van een dergelijke constructie: met een goedkoper isolatiemateriaal kan elke gewenste R-waarde worden bereikt en is er veel minder kans op tocht bij de pui-aansluiting. Vooral daar waar de radiator achter de borstwering staat is deze constructie bijzonder gunstig. In verband met vervanging van het buitenpaneel dient het aanbeveling buitenbeglazingsprofielen aan te brengen in plaats van de gebruikelijke binnenbeglazingsprofielen.

B. HET DAK

Het komt bij vooroorlogse gestapelde woningen maar zelden voor dat de ruimte onder het dak niet wordt verwarmd. In bijna alle gevallen is de kapverdieping geschikt gemaakt voor bewoning. Isolatie is dus altijd vereist. De MBV stelt een isolatie van $R = 2,0 \text{ m}^2\text{K/W}$ als minimum.

Daken kunnen worden onderscheiden in platte en hellende daken:

○ platte daken

Energetisch en financieel beschouwd vormt een isolatie met $R = 3,5 \text{ m}^2\text{K/W}$ voor het dak een optimum [bron 1].

Ter indicatie:

80 mm PUR	$R = 3,4 \text{ m}^2\text{K/W}$
100 mm PUR	$R = 4,2 \text{ m}^2\text{K/W}$
100 mm PS	$R = 3,2 \text{ m}^2\text{K/W}$

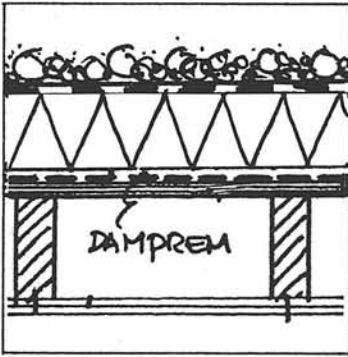
110 mm PS ($R = 3,5 \text{ m}^2\text{K/W}$) kost circa $f 48,-/\text{m}^2$ op basis van de m3-prijs. De kosten van 80mm PUR ($R = 3,4 \text{ m}^2\text{K/W}$) liggen in dezelfde orde van grootte. Het voordeel van PUR is dat platen van dit materiaal minder last hebben van het zogenaamde "schotel"-effect waardoor isolatieplaten licht kromtrekken en vochtophoping meer kans krijgt. Deze isolatiematerialen zijn ook in afschotplaten verkrijgbaar.

De isolatie kan op een aantal verschillende manieren worden aangebracht:

"koud-dak" constructie

Isolatie en dampremmende laag onder de dakconstructie.

Ventilatie tussen isolatie en dakbeschoot is noodzakelijk maar vaak moeilijk te realiseren (bovendien vermindert hierdoor de isolatiewaarde van de dakconstructie). Nooit toepassen bij houten platte daken.



"warm-dak" constructie

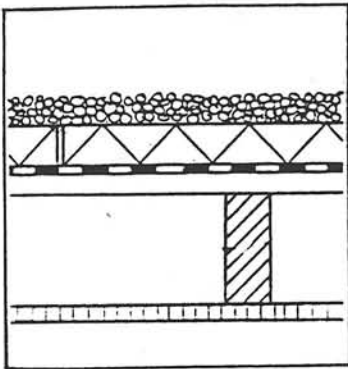
Isolatie boven de dakconstructie.

Bij een traditioneel warm dak bevindt de waterkerende laag zich boven en de dampremmende laag zich onder de isolatie.

Bij een variant van het warme dak, het "omgekeerde dak" bevindt ook de waterdichte laag zich onder de isolatie. Beide typen van een "warm dak" vormen een goede oplossing.

"omgekeerd dak"

Bovenop het "omgekeerd dak" komt een ballastlaag van minimaal 5 cm grind of tegels om de losliggende isolatie te beschermen tegen opdrijven door wind. De gewichtsvermeerdering maakt deze oplossing voor renovatiedoeleinden minder geschikt. Sommige isolatiematerialen kunnen zonder ballast worden aangebracht maar deze fabrikaten worden niet in alle gemeenten toegestaan.

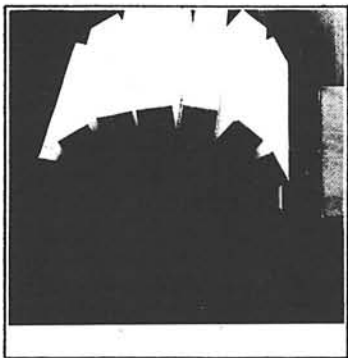


Bij het aanbrengen van dakisolatie bij renovatie kunnen zich een aantal verschillende situaties voordoen:

- de bestaande dakvloer blijft gehandhaafd
- de voormalige zolder- of woonvloer wordt dakvloer
- de dakvloer wordt nieuw aangebracht
- er is sprake van een dakterras

a. de bestaande dakvloer blijft gehandhaafd

De werkwijze is als volgt: de bestaande dakbedekking wordt verwijderd en het bestaande beschoot indien nodig hersteld. Op het dakbeschoot komt het isolatiepakket en de folie. Een "omgekeerd dak" is mogelijk. De dakranden moeten met behulp van metselwerk of boeiboordplanken worden verhoogd en ook het lood moet hoger worden doorgezet. Het geheel wordt, afhankelijk van de bevestigingswijze van de isolatie afgedekt met een laag grind (ook thermisch gunstig in de zomer).



b. de voormalige zolder- of woonvloer wordt dakvloer

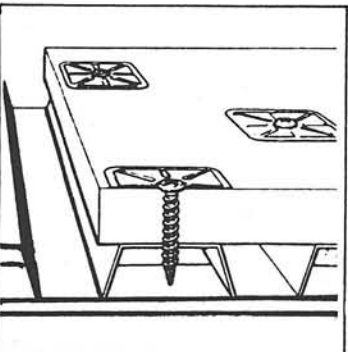
De werkwijze is als volgt: Het bestaande vloerbeschoot wordt geschikt gemaakt voor de dakfunctie door voormalige trapgaten en dergelijke dicht te zetten. Op het beschoot komt een waterkerende/dampremmende laag en pas daarop het afschoot, verwerkt in de isolatie (zogenoemde kantelrollen). De kleinste doorsnede moet hierbij nog aan de minimale eis betreffende de isolatie voldoen. Op de isolatie komt een één- of tweelaagse bitumeuze dakbedekking. Dit geheel kan, door de hoge belasting, niet worden afgedekt met grind. Toepassing van een "omgekeerd dak" is dus ook niet mogelijk.

c. de dakvloer wordt nieuw aangebracht

Indien de dakvloer nieuw wordt aangebracht, bijvoorbeeld bij een nieuwe opbouw, zijn een aantal varianten van dakconstructie mogelijk.

Bij een "warm" of "omgekeerd" dak:

- De balklaag op afschoot leggen en de scheglatten op de bovenregel van de dragende wandconstructie. Deze oplossing is uitvoeringstechnisch lastig. Bovendien kan het plafond niet rechtstreeks onder de balklaag worden aangebracht
- Afschotregels aanbrengen op de horizontaal gestelde balklaag
- In plaats van het dakbeschoot de isolatielaag op afschoot brengen.



Het is ook mogelijk profielstaalplaat als dakbedekking aan te brengen. Deze oplossing heeft uitvoeringstechnisch het voordeel dat het snel kan worden aangebracht. Afhankelijk van de profielafmetingen kunnen overspanningen van 2 tot

6,5 m worden bereikt. Balklaag en dakbeschot bevinden zich nu in één constructie-onderdeel. De geluidsisolatie bij woningscheidende wanden vormt een probleem. Om de gewenste geluidsindex te bereiken (OdB(A)) moeten over een breedte van minstens 1 m aan weerszijden van de bouwmuur de kanalen aan de onderzijde worden opgevuld met op maat gesneden halffharde steenwolplaten en worden voorzien van circa 12,5 mm gipskartonplaat.

De minimale staalplaatdikte is 0,88 mm. Bij tweezijdig gecacheerde isolatie moet de isolatiedikte minimaal 1/3 groter dan de dalbreedte van het profiel zijn en bij eenzijdig gecacheerde isolatie groter dan de helft van de dalbreedte. Het is noodzakelijk een dampremmer onder de isolatie aan te brengen en PS als isolatiemateriaal wordt afgeraden vanwege de kans op brandverspreiding. Isolatie van glas-schuim wordt vastgekleefd, overige materialen vastgezet met kunststof rozetten.

d. er is sprake van een dakterras

Wanneer zich onder het dakterras een andere woning bevindt dan die waaraan het terras grenst, is het verleidelijk en goedkoop om de isolatie in de woningscheidende vloer door te trekken onder het dakterras. Hierdoor is sprake van een "koud-dak" constructie. Een dergelijke constructie vergroot de kans op vochtproblemen en verkleint de isolatiewaarde. Deze oplossing dient daarom niet te worden toegepast.

Toepassing van een "warm-dak" is bouwfysisch beter. Het nadeel is echter dat de brandvertraging (60 min. is verplicht) en de warmte-isolatie gescheiden moeten worden opgelost. 2 x 12,5 mm Gipskartonplaat in een verlaagd plafond zorgt voor de brandvertraging.

Deze oplossing is duurder dan de vorige omdat beloopbare isolatie duur is en de opstanden moeten worden verhoogd.

o hellende daken

Het hellende dak onderscheidt zich bouwfysisch van het platte dak door de geringere dampdiffusieweerstand van de dakbedekking (in afnemende volgorde: golfplaten, shingles, leien en pannen) en door de geventileerde spouw. Hierdoor vindt geen vochtopenhoping onder de dakbedekking plaats en kan zowel een "koud-" als een "warm-dak" constructie worden toegepast zonder dampremmer. Tenzij het beschot is belegd met waterkering. Bij afwezigheid van de geventileerde luchtspouw en aanwezigheid van een vochtdichte dakbedekking is het bij een "koud-dak" constructie wel belangrijk een goede dampremmer aan te brengen. Een "warm-dak" constructie heeft de voorkeur.

Door het dikke isolatiepakket wordt de onderkant van de pannen kouder dan voor renovatie het geval was. Hierdoor vindt eerder condensatie plaats. Het water kan bij een pannendak eenvoudig worden afgevoerd. Het bouwfysisch en energetisch gunstige pannendak valt om kosten en uitvoeringstechniek echter vaak af. Steeds vaker wordt gekozen voor goedkopere oplossingen als "eternit" leien of "shingles" die plaatmateriaal als ondergrond nodig hebben. De isolatie is hierbij vaak onder het dakbeschot aangebracht waardoor de ongunstige "koud-dak" constructie ontstaat.

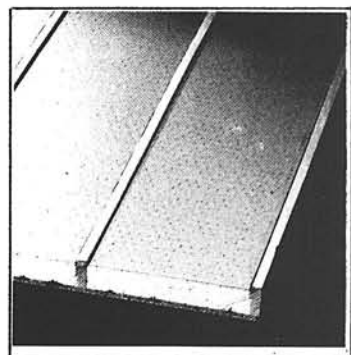
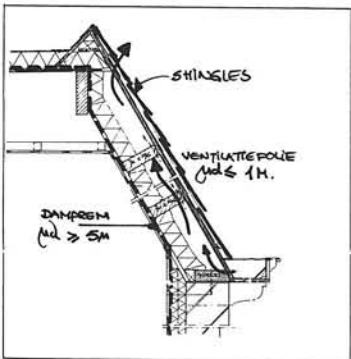
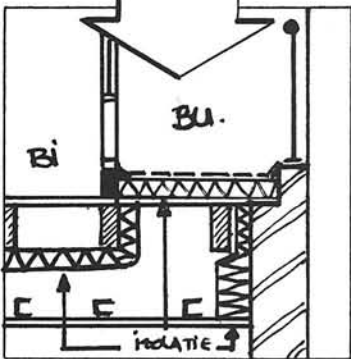
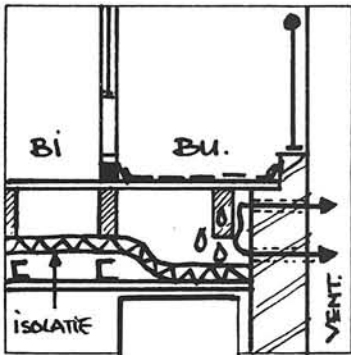
De "warm-dak" constructie is op verschillende manieren te realiseren. Bijvoorbeeld door toepassing van:

a. prefab-dakelementen

Hierin zijn drie variaties voor handen: isolatie tussen de verhoogde tengels (niet geschikt voor leien en shingles omdat deze plaatmateriaal als ondergrond nodig hebben), isolatie opgesloten in de doosconstructie en de sandwichpaneelconstructie.

De isolatie is goed aaneensluitend en beschermd in het prefab aangebracht. De naden en kieren worden afgedicht met aluminium kleefband of PUR-schuim.

Bij renovatie wordt zelden van prefab-materiaal gebruik gemaakt. Dit vanwege de vele dakkapellen en daklichten die het netto hellend dakoppervlak aanzienlijk verkleinen en het aantal aansluitingen vergroten. De kans op een goede luchtdichtheid is hierdoor klein waardoor deze oplossing in de praktijk niet succesvol blijkt te zijn.



b. gespoten PUR, PS of minerale wol

Het isolatiemateriaal kan onder de pannen van een bestaand pannendak worden gespoten. Ventilatie onder de pannen is hierbij onmogelijk. Doordat onder de keramische pannen de temperatuur erg laag kan zijn, bestaat het gevaar van kapot vriezen.

C. DE VLOEREN

Bij de vloeren kan onderscheid worden gemaakt tussen:

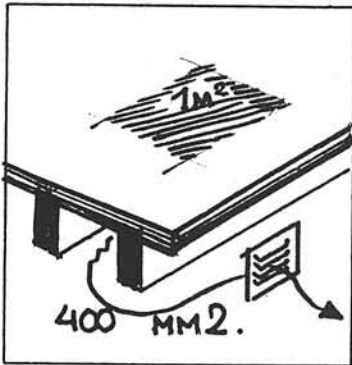
- begane grondvloeren;
- woningscheidende vloeren;
- verdieping scheidende vloeren in de woning.

○ begane grondvloeren

Begane grondvloeren in vooroorlogse woningbouw zijn in veel gevallen zowel gemaakt van hout als van steenachtig materiaal (smalle beuk of gangtravee). Elk materiaal stelt andere eisen aan detaillering en uitvoering. In dit hoofdstuk zullen de houten en steenachtige vloeren dan ook apart worden behandeld.

a. begane grondvloeren; houten vloeren

Waar in de oorspronkelijke bouw sprake was van houten vloeren, wordt ook bij de renovatie meestal met hout gewerkt. Dit om gewichtsvermeerdering te voorkomen. Bij isolatie van de houten begane grondvloer zijn een aantal zaken van belang. Zo moet de isolatie goed aaneengesloten worden aangebracht, moet de aansluiting vloerbeschoot – bouwmuur luchtdicht zijn (desnoods volschuimen) en mag er geen dampremmer in het vloerpakket worden opgenomen. De houten vloeren dienen van een goed geventileerde kruipruimte te zijn voorzien. De NEN 3253 zegt hierover: Totale vrije doorlaat minimaal 400 mm² per m² vloeroppervlak, verdeeld over beide gevels.



De temperatuur in de kruipruimte is hoger dan de buitentemperatuur. Het temperatuurverschil binnen-buiten is bij een vloer dus kleiner dan bij een gevel. Voor de warmteverliesberekeningen dient daarom een weegfactor te worden ingevoerd om de u-waarde mee te vermenigvuldigen: $a = 1/(1 + u)$. De gewenste isolatiewaarde wordt zo met een lagere R-waarde bereikt en ook de MBV stelt een lagere minimum eis: $R = 1,3 \text{ m}^2\text{K/W}$.

Toch kan vloerisolatie een aanzienlijke hoeveelheid energie besparen.

Ter indicatie:

$R = 1,3 \text{ m}^2\text{K/W}$	transmissieverlies 3,2 m ³ gas/m ² /jr
$R = 2,5 \text{ m}^2\text{K/W}$	transmissieverlies 2,1 m ³ gas/m ² /jr
$R = 3,0 \text{ m}^2\text{K/W}$	transmissieverlies 1,8 m ³ gas/m ² /jr
$R = 4,5 \text{ m}^2\text{K/W}$	transmissieverlies 1,3 m ³ gas/m ² /jr

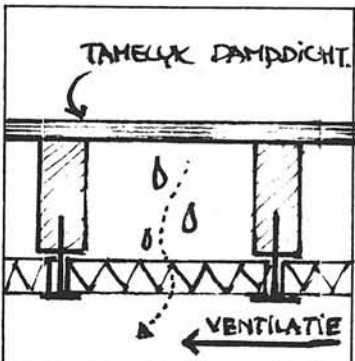
Isolatie verlaagt de temperatuur in de kruipruimte waardoor de kans op bevriezing en condensatie toeneemt. De c.v.- en waterleidingen dienen dus goed geïsoleerd te zijn. Het kruipruimte, de meterkast en de leidingdoorvoeren zijn mogelijke warmtelekken en moeten daarom luchtdicht afgesloten worden. Het kruipruimte moet bovendien geïsoleerd zijn.

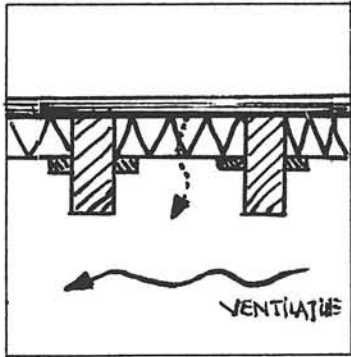
Bij het renoveren van houten vloeren kunnen zich twee situaties voordoen:

houten vloeren; de bestaande balklaag blijft (deels) gehandhaafd

Om dienstleidingen te kunnen leggen en de kruipruimte op te kunnen schonen moet het bestaande vloerbeschoot worden verwijderd. In veel gevallen zal het oude beschoot vervolgens verlegd moeten worden (bijvoorbeeld met een tussenruimte van 5 cm) vanwege de grote balkafstand. Het nieuwe beschoot is ongeveer 19 mm dik en tamelijk dampdicht.

Er zijn drie manieren om deze vloerconstructie te isoleren:





1. Bouwgasdeken aan de onderzijde van de balklaag aanbrengen.
 Bij deze oplossing treden, bij regelmatige balkafstand, geen pasproblemen op en is goede kierdichting mogelijk. Aan de warme zijde van de isolatie kunnen leidingen worden aangebracht.

2. Minerale wol (halfharde platen) tussen de balken aanbrengen.
 De isolatie is bij deze, goedkope, oplossing eenvoudig aan rachsels te bevestigen, bij voorkeur hoog tegen het vloerbeschoot (zie hoofdstuk 7.4.3.). De isolatieplaten dienen klemdicht te zijn aangebracht om pasproblemen en warmtelekken te voorkomen. Deze oplossing heeft in het algemeen de voorkeur.

Ter indicatie:

100 mm glaswol: $R = 3,0 \text{ m}^2\text{K/W}$

120 mm glaswol: $R = 3,5 \text{ m}^2\text{K/W}$

3. PVC-luchtkussen met reflecterende laag aanbrengen.
 Deze oplossing is relatief duur en niet dampdoorlatend.

Bij 1 luchtlag : $R = 2,2 \text{ m}^2\text{K/W}$

Bij 3 luchtlagen : $R = 3,3 \text{ m}^2\text{K/W}$

houten vloeren; de gehele balklaag wordt vervangen

Vaak blijkt dat door slechte kruipruimteventilatie de bestaande houten vloer ernstig door schimmelvorming en houtrot is aangetast en niet gehandhaafd kan blijven. Dan dient een nieuwe balklaag te worden aangebracht. Dit kan op twee manieren:

1. Een vloerconstructie toepassen zoals beschreven bij 1 (geheel of gedeeltelijk handhaven bestaande balklagen).
2. Prefab combinatieplaten omgekeerd toepassen.

De combinatieplaten zijn voorzien van een basisplaat (van multiplex of spaanplaat), isolatie en ingelijmde sporen. Hoe dikker de isolatie, hoe hoger de sporen. Sporen van $95 \times 30\text{mm} + 80 \text{ mm}$ isolatie, kunnen circa 1,20m overspannen bij een basisplaat van spaanplaat en circa 1,85 m bij een basisplaat van multiplex.

Ter indicatie:

basisplaat spaanplaat

50 mm PUR: circa $f \ 32, -/m^2$

80 mm PUR: circa $f \ 47, -/m^2$

basisplaat multiplex

50 mm PUR: circa $f \ 39, -/m^2$

80 mm PUR: circa $f \ 57, -/m^2$

De combinatieplaten zijn dus duur. Bovendien hebben zij het nadeel dat hun dikte bovenop de bestaande balklaag problemen oplevert (het vloerpeil wordt verhoogd), het voordeel van deze oplossing is het kleinere aantal balken.

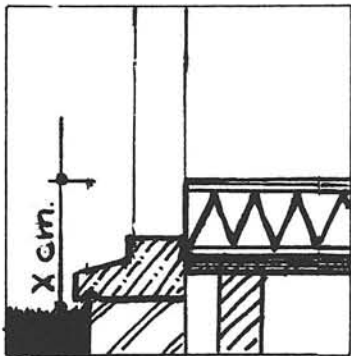
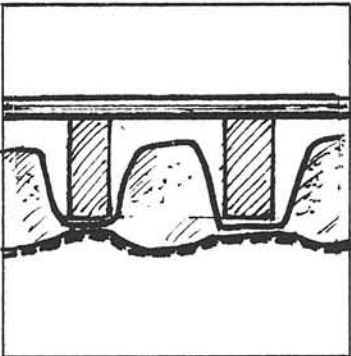
De platen moeten watervast zijn en de luchtdichtheid van de aansluitingen dient met behulp van schuim of aluminium kleefband te worden gegarandeerd.

b. begane grond vloeren; steenachtige vloeren

In de smalle beuk of in het gangtravee bevindt zich op de begane grondvloer vaak een ongewapende stampbetonvloer. Meestal dient deze vanwege scheurvorming of aan te brengen leidingen te worden gesloopt.

Bij het renoveren van steenachtige vloeren kunnen zich twee situaties voordoen:

1. De bestaande betonvloer blijft gehandhaafd.
2. Er wordt een nieuwe betonvloer aangebracht.



steenachtige vloeren; de bestaande betonvloer blijft gehandhaafd

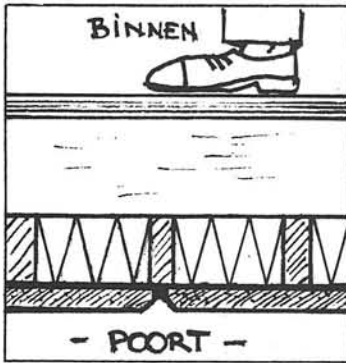
Bij een bestaande betonvloer kan op verschillende manieren isolatie worden aangebracht:

- wanneer de kruipruimte toegankelijk is, kan de isolatie aan de onderzijde worden aangebracht.

Dit kan met behulp van minerale wol (40 – 140 mm) aan ankers of met reflecterende kussens. Onder de betonvloer isolatieschuim spuiten wordt afgeraden in verband met de ongezonde werkomstandigheden bij het aanbrengen;

- als de verdiepingshoogte, de borstwering en de drempelhoogte het toelaten kan aan de bovenzijde worden geïsoleerd.

In dit geval kan 20 tot 60 mm PUR op regels worden aangebracht of kunnen combinatieplaten of PS-platen (40 – 80 mm) worden gebruikt.



Als er sprake is van een betonnen vloer boven een poort: isoleren aan onderzijde. Dit kan met behulp van regels in combinatie met minerale wol of PS-schuim. De constructie moet zijn voorzien van een brandwerende afwerking aan de onderzijde.

steenachtige vloeren; er wordt een nieuwe betonvloer aangebracht

Handhaving van het oorspronkelijke gewicht vormt een belangrijk uitgangspunt bij het aanbrengen van een nieuwe vloer. De belastingdruk op de fundering moet zo min mogelijk veranderen. Een oorspronkelijk houten vloer kan dus beter niet worden vervangen door een betonnen vloer. Behalve wanneer:

- de kruipruimte niet te ventileren is;
- de ruimte afwijkend wordt gebruikt (bijvoorbeeld als natte bedrijfsruimte).

Bij het aanbrengen van een nieuwe betonvloer bestaat de keuze tussen twee constructie-mogelijkheden:

1. de betonvloer ligt op grondslag

De vloerconstructie mag niet in rechtstreeks contact staan met de fundering. Daarom moeten zich tussen fundering en vloer PS-stroken bevinden. De mogelijke grondslagmaterialen zijn:

- zand; hierdoor wordt de zijdelingse belastingdruk op de fundering vergroot. De isolatie bestaat uit watervast PS-platen (als vaste bekisting).
- licht en isolerend materiaal (bijvoorbeeld schuimbeton of geëxpandeerde kleikorrels). De lambda van deze materialen bedraagt 0,12 W/(K.m) en de prijs circa f 90,-/m³. Het voordeel van een dergelijk materiaal is de gewichtsbeperving (soortelijk gewicht is 450 kg/m³).



2. de betonvloer is vrijdragend

Het voordeel van deze constructie is dat de kruipruimte, en dus ook de leidingen, bereikbaar zijn. Bovendien neemt de belastingdruk op de fundering af. De dragende betonvloer kan volgens twee principes zijn gebouwd:

- Als combinatievloer.

Balken, lichtbetonnen broodjes en een druklaag. De R-waarde bedraagt 1,5 m²K/W. Door 5 cm PS op de onderzijde aan te brengen wordt de R-waarde 2,9 m²K/W. De isolatielaag aan de bovenzijde aanbrengen wordt afgeraden omdat deze oplossing een beloofbare (en dus dure) isolatie vereist en de oplossing bouwfysisch minder gunstig is.

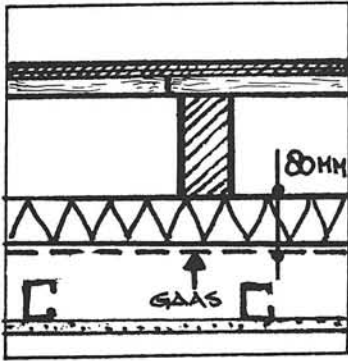
- Ter plaatse gestort.

Bij deze oplossing kunnen diverse plaatachtige watervast isolatiematerialen als "verloren" bekisting aan de onderzijde van de constructie worden aangebracht.



○ woningscheidende vloeren

In de praktijk zijn voor de warmte-isolatie waarde de eisen op het gebied van brandveiligheid en geluidwerendheid bepalend. Voor een brandwerendheid van 60 minuten en een geluidsisolatie-index van 0 dB(A) geldt: 80 mm bouwgaasdeken en 12,5 mm gipsplaat met afgepleisterde naden toegevoegd aan de houten vloerconstructie.



De R-waarde van de genoemde constructie is $2,4 \text{ m}^2\text{K/W}$ hetgeen uit oogpunt van transmissieverlies voldoende is.

○ **verdieping scheidende vloeren in de woning**

Aan het vloerpakket tussen woon- en slaapkamer binnen de woning zijn lagere brand- en geluidsweringseisen gesteld dan aan een woning- scheidende vloer (30 minuten brandvertraging en een geluidsisolatie-index van -15 dB(A)). Een enkele gipsplaat aan de onderzijde van de vloerconstructie is al voldoende. Bij een goed geïsoleerde woning met een energetisch gunstige plattegrond kan 60 mm minerale wol in de tussenvloer een besparing van circa 70 m^3 gas per jaar opleveren. [bron 20] Zie verder hoofdstuk 6.4.2.

D. DE WANDEN

Bij de wanden kan onderscheid worden gemaakt tussen :

- woningscheidende wanden;
- wanden binnen de woning.

○ **woningscheidende wanden**

Om het transmissieverlies tussen twee woningen of tussen een woning en onverwarmde ruimte te beperken kan de woningscheidende wand worden voorzien van isolatie. Voor een wand tussen trappenhuis en bergingen en een wand tussen twee woningen bepalen de brand- en geluidwerendheidseisen de minimale isolatie (60 minuten en 0 dB(A)).

De in de MBV minimaal vereiste R-waarde voor een woningscheidende wand bij trappenhuis of bergingen bedraagt $1,3 \text{ m}^2\text{K/W}$. De deur in deze wand zal het grootste warmtelek vormen. Met 40 mm PUR bereikt de deur een R-waarde van $1,4 \text{ m}^2\text{K/W}$. In het voordeurkozijn moeten rubberen profielen zijn opgenomen. Voor de wand tussen woningen is geen minimale isolatiewaarde vereist.

Een aantal constructies zijn mogelijk. Bijvoorbeeld:

- a. steens metselwerk
- b. houtskeletbouw

a. **woningscheidende wanden van steens metselwerk**

Met een toevoeging van 50 mm glaswol en eenzijdig gipskartonplaat voldoen alle woningscheidende wanden aan de gestelde eisen. Ter voorkoming van koudebruggen moet de eerste meter van de voorzetwandconstructie altijd van 50 mm isolatie en een dampremmende laag zijn voorzien.

b. **woningscheidende wanden van houtskeletbouw (HSB)**

Een constructie van $2 \times 12,5 \text{ mm}$ gipskartonplaat en een luchtspouw van 150 mm met 80 mm bouwgaasdeken voldoet aan de gestelde eisen met betrekking tot de brandwerendheid. De R-waarde van deze constructie is $2,4 \text{ m}^2\text{K/W}$.

7.4.3.

Beperken van het transmissieverlies; het voorkomen van vochtproblemen

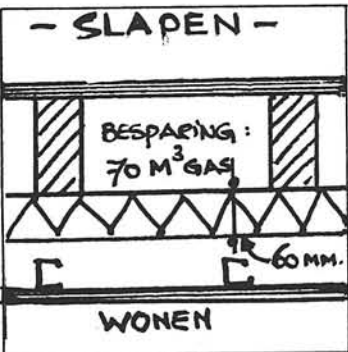
Er bestaan vier vormen van vocht die van nadelige invloed kunnen zijn op de bouwkundige constructies:

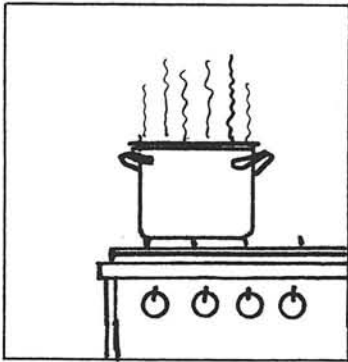
- a. woonvocht
- b. bodemvocht
- c. doorslaand vocht (regen)
- d. bouwvocht

A. **WOONVOCHT**

Onder het begrip 'woonvocht' verstaan we :

- vocht dat via de kruipruimte in de woning komt
- vocht dat uit vochtige wanden in de woning komt
- gecondenseerde waterdamp



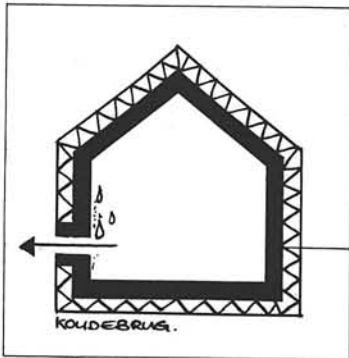


○ woonvocht; gecondenseerde waterdamp

Lucht kan een maximale hoeveelheid waterdamp bevatten. Hoeveel dit is, hangt af van de temperatuur. Warme lucht kan meer waterdamp bevatten dan koude lucht. Waterdamp wordt door de mens zelf geproduceerd (circa 30 gr/uur bij een laag activiteitsniveau) en door zijn activiteiten als koken, wassen, douchen, wasdrogen, enzovoort. Er vindt oppervlaktecondensatie plaats wanneer in het vertrek oppervlakte-temperaturen voorkomen die lager zijn dan het dauwpunt van de in het vertrek aanwezige lucht. Hierdoor kunnen vochtproblemen ontstaan.

Om dit temperatuurverschil te voorkomen kunnen vier maatregelen worden getroffen:

1. voorkomen van koudebruggen (= voorkomen oppervlaktecondensatie)
2. zorgdragen voor een goede thermische en hygrische opbouw van de constructie (= voorkomen inwendige condensatie)
3. beperken van woonvocht;
4. beperken van temperatuurverschillen in de woning.



1. voorkomen condens door voorkomen van koudebruggen

Een koudebrug is een plaats in de constructie waar de warmteweerstand gering is ten opzichte van de omringende constructie. Een koudebrug is dus een warmtelek. De oppervlaktetemperatuur is hier lager waardoor waterdamp eerder kan condenseren

Koudebruggen kunnen worden voorkomen door de isolatiewaarde én dus de oppervlaktetemperatuur van de schil zo constant mogelijk en voldoende hoog te houden. Bij een geschikte voedingsbodem bestaat er kans op schimmel.

Vocht- en schimmelproblemen treden niet op wanneer [bron: 57]:

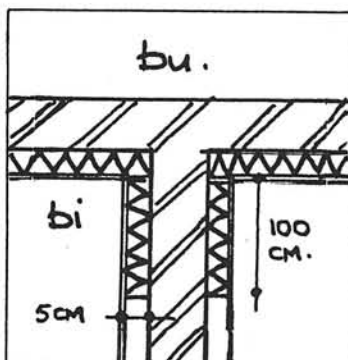
$$f = (T_{io} - T_e) / (T_i - T_e) \geq 0,65 \text{ waarbij:}$$

f = temperatuursverhoudinggetal

T_{io} = de binnenoppervlakte-temperatuur

T_e = de buitentemperatuur

T_i = de binnentemperatuur



Buitenisolatie verkleint de kans op koudebruggen meer dan binnenisolatie. De door de isolatie heen prikkende constructieonderdelen zoals lateien, raamaansluitingen, aansluitingen tussen plafond/vloer en gevel en balkonconsoles, moeten worden ingepakt met isolatie. Bij buitenisolatie verdienen de neggekanten extra aandacht, bij binnengevelisolatie de dagkanten. Een riskant constructiedeel vormt de veel toegepaste stalen balkonconsole die steunt op de onderzijde van de balklaag. Deze moet geheel omwikkeld zijn met minerale wol en een goed sluitende dampremmende folie ter voorkoming van condensatie.

Bij binnenisolatie ontstaat een koudebrug op de plaats waar de woning(scheidende) wand overgaat in de gevel. De isolatie moet daarom over een breedte van 1 meter langs weerszijden van deze wand worden doorgezet.

Verder verdienen de overgangen binnen-/buitenisolatie veel aandacht. Bijvoorbeeld:

- buitenisolatie dak - binnenisolatie gevel;
- isolatie begane grondvloer - buitenisolatie gevel.



figuur 47

Wanneer het verliesgevend buitenoppervlak groter is dan het corresponderende binnenoppervlak (zie fig.47) is er sprake van een door de vorm bepaalde, zogenaamde "geometrische", koudebrug. Dit verklaart waarom vochtproblemen zich vaak het eerst in buitenhoeken of wand-vloeraansluitingen voordoen. Wanneer de "echte" koudebruggen zijn opgeheven, zijn vochtproblemen ten gevolge van geometrische koudebruggen alleen door betere ventilatie te voorkomen.

Het toepassen van driehoekige mastiekstroken van isolatiemateriaal op de plaats van dakopstanden (zoals lichtkoepels, dakdoorvoeren en dakranden), voorkomt koudebruggen.

2. voorkomen condens door zorg te dragen voor een goede thermische en hygrische opbouw van de constructie

In principe vindt er een vochtstroom plaats van een gebied met hoge dampspanning naar een gebied met lage dampspanning. In het algemeen is de dampspanning binnen de woning hoger dan daarbuiten. Er vindt dus een vochtstroom plaats van binnen naar buiten. Ergens in de constructie, meestal in de buurt van het grensvlak van de koude zijde van de isolatie en het aangrenzende constructieonderdeel, bevindt zich het dauwpunt waar inwendige condensatie kan optreden. Met een vochtstroom naar buiten toe, betekent dit in principe, dat de dampdichtheid van de constructie van binnen naar buiten moet afnemen. De dampremmer moet dus aan de warme zijde van de constructie worden opgenomen. En dit moet bij voorkeur een dunne maar sterke folie zijn omdat deze beter aansluitend is aan te brengen dan een dikkere, stugge folie. Door de foliebanen overlappend aan te brengen (circa 10 cm) worden lekken voorkomen.

Wanneer de dampremmende laag bij houten constructies niet zorgvuldig wordt aangebracht kan verstikking van het hout optreden en houtrot ontstaan.

3. voorkomen condens door beperken van woonvocht

Het woonvocht kan op twee manieren worden beperkt:

- door beperking van de vochtproductie
- door verbeterde ventilatie

● beperken woonvocht door beperking van de vochtproductie

De vochtproductie kan worden beperkt door:

1. goede voorlichting aan bewoners over kook- en wasgedrag;
2. gericht afzuigen bij het kookpunt;
3. voorzien in droogmogelijkheid buiten (bijv. waslijnvoorziening aan balkonhek);
4. wasmachineplaatsing in goed geventileerde ruimte
5. verlagen van de vochtafgifte door kruipruimte (bij houten vloeren)

ad 5. verlagen vochtafgifte kruipruimte (bij houten vloeren)

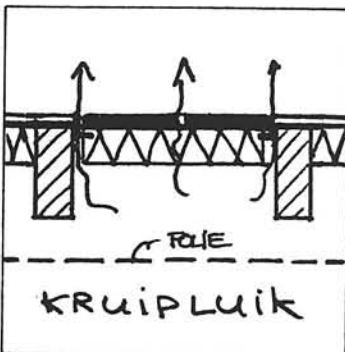
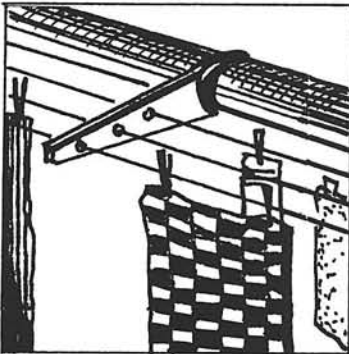
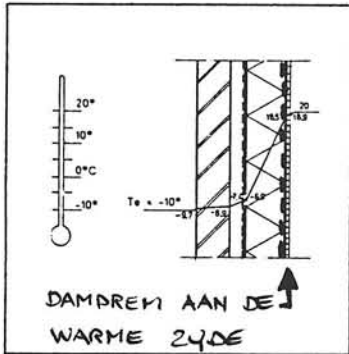
In de praktijk is de dampdruk in een kruipruimte bij houten vloeren meestal hoger dan in de woning. Er vindt dus vochttransport plaats van de kruipruimte naar de woning.

De dampdruk in de kruipruimte kan worden verlaagd door:

aanbrengen goede vloerisolatie (lage kruipruimtetemperatuur)

vochttoevoer in de kruipruimte beperken door:

- a. folie aan te brengen op de kruipruimdebodem
- b. folie tegen de bouwmuur/gevel opzetten
- c. lekkages voorkomen
- d. afwatering van de terras-/trottoirtegels van de gevel af laten lopen
- e. gevelwater goed af laten wateren
- f. verlagen van de grondwaterstand
- g. luchtdicht maken van begane grondvloer



ad. g: luchtdicht maken van begane grondvloer

Door lichte onderdruk in de woning ten gevolge van mechanische afzuiging of thermische trek, kan een luchtstroom en dus vochtstroom plaatsvinden vanuit de kruipruimte.

De grootste luchtlekken bevinden zich bij:

- de omranding van het kruipluik
- het vingergat van het kruipluik (ringgreep is beter)
- plaatnaden en vloerranden
- leidingdoorvoeren
- onderzijde meterkast en leidingkoker
- plinten

Deze luchtlekken dienen door zorgvuldige afwerking voorkomen te worden.

Bij luchtverwarming en gebalanceerde ventilatie kan een lichte overdruk in de woning ontstaan. De luchtdichtheid van de vloeren moet ook nu gegarandeerd worden maar nu om warmteverlies te voorkomen.

Het is niet aan te raden een dampremmer aan te brengen aan de bovenzijde van de begane vloerconstructie. Het nieuwe vloerbescot is namelijk al enigzins dampremmend en wordt dit nog meer wanneer bewoners de vloer afwerken met dampdichte vloerbedekking als tegels of linoleum. Bij aanwezigheid van een dampremmer zou het vocht zich kunnen ophopen tussen de dampremmer en de dampdichte vloer.

Het aanbrengen van dampdoorlatend isolatiemateriaal onder de begane grondvloer vormt een goede oplossing. Het verdient de voorkeur dit materiaal hoog tegen de onderkant van het vloerbescot te bevestigen. Enerzijds bereik je hiermee een hogere R-waarde van de vloerconstructie door de geringere luchtstroom langs het isolatiemateriaal ten gevolge van kruipruimteventilatie. Anderzijds verkleint de kans op vochtophoping in de sterk verkleinde luchtspouw. Het is goed om vochtbestendig vloermateriaal toe te passen en de begane grond balklaag te wolmaniseren [bron 49].

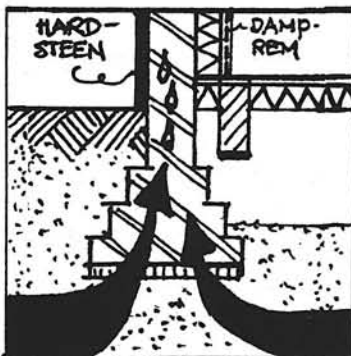
3. beperken van woonvocht door verbeterde ventilatie

In principe is diffusie van het woonvocht in de constructie te verwaarlozen. Het vochtabsorberend vermogen van wandmaterialen heeft alleen een regulerend effect. Al het geproduceerde vocht moet dus door middel van ventilatie worden afgevoerd. Maar omdat bij ventilatie ook warmte wordt afgevoerd, dient de noodzakelijke hoeveelheid ventilatie tot een minimum te worden beperkt. Toepassing van een systeem met warmterugwinning (WTW) maakt dit laatste minder relevant.

Bij "normaal" woongedrag treden geen vochtproblemen op als het ventilatievoud n groter is dan 0.5. Zie verder hoofdstuk 7.3.

4. voorkomen condens door beperken van temperatuurverschillen in de woning

Als een deel van de omhullende schil aan de binnenzijde een lagere oppervlakte-temperatuur heeft dan de dauwpunttemperatuur van de binnenlucht, treedt oppervlaktecondensatie op. Dit is het geval bij een koudebrug maar ook bij grotere gebouwdelen. Deze grotere gebouwdelen kunnen afkoelen door onregelmatig stoken (bij afwezigheid bewoners overdag of nachtverlaging). En omdat gebouwdelen langzamer opwarmen dan de woninglucht kan oppervlaktecondensatie ontstaan. Nachtverlaging tot 15°C voorkomt dit probleem.



B. BODEMVOCHT

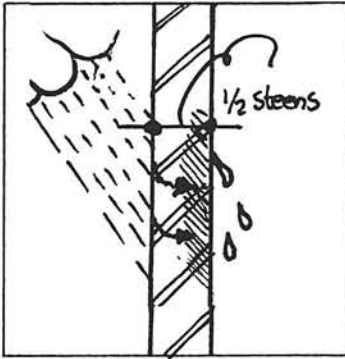
Door de capillaire werking van metselwerk kan bodemvocht de woning of de constructie binnen komen: optrekkend vocht. Voordat isolatie en dampremmers werden aangebracht was het voldoende goed te ventileren. Maar in de nieuwe situatie wordt het vocht in de constructie opgesloten.

Optrekkend vocht kan worden voorkomen door het zuigend metselwerk met een

goed afsluitend chemisch preparaat te impregneren (bijvoorbeeld met acryl-amide: circa $f = 115,-/m^3$). Een duurder maar ook meer effectieve oplossing is het inlaten van een waterkerende laag in de vorm van een slabbe van lood, kunststof bitumen of plastic-gecacheerde metaalfolie.

Het probleem kan ook dichter bij de bron worden voorkomen, ter plaatse van de fundering, bijvoorbeeld door:

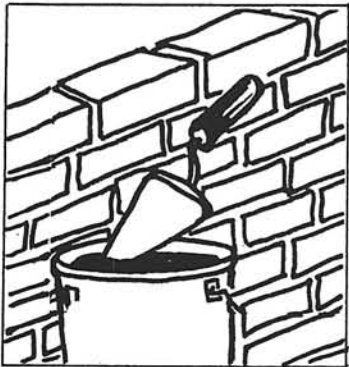
- drainage van de kruipruimte
- goede afwatering van terrassen en trottoirs
- goede hemelwaterafvoer
- een waterkerende laag op de fundering tot aan het maaiveld



C. DOORSLAAND VOCHT (regen)

Bij goed voegwerk geeft steens metselwerk op dit gebied geen problemen. Bij poreuze steen kan het metselwerk worden behandeld met een ademend siliconenproduct waardoor ook vermindering van de isolatie wordt voorkomen ($\lambda_{natte\ steen} = 1,5 \times \lambda_{droge\ steen}$). Nadeel is dat de maatregel vaak moet worden herhaald. Het is beter in een dergelijke situatie een waterkerende, dampdoorlatende buitenafwerking toe te passen zoals pleisterwerk of gepotdekselde houten delen (bij woningen natuurlijk met ventilatie ertussen). Bij een niet-dampdoorlatende buitenafwerking, zoals tegels, bestaat het gevaar van afvriezen.

Ter voorkoming van gewichtsvermeerdering worden dicht te zetten raamdelen soms ingevuld met 1/2-steens metselwerk. Dit dient zonder meer van waterkerende ademende buitenafwerking te worden voorzien.



D. BOUWVOCHT

Het probleem van bouwvocht komt bij renovatie minder voor dan bij nieuwbouw. Bij nieuwbouw kan met circa 4000 liter rekening worden gehouden.

Onder andere om gewichtsvermeerdering te voorkomen worden de werkzaamheden vaak met maar weinig water uitgevoerd (de "droge inbouwmethode"). De bouwvochtproductie is hierdoor veel kleiner. Deze methode wordt echter vaak gecombineerd met de "natte methode" bij het opmetselen van gevels of wanden. Voor dragende constructies brengt metselwerk vaak lagere bouwkosten met zich mee dan een "samengestelde" dragende binnenwand of gevel. Het bouwvocht hiervan is na gemiddeld twee stookseizoenen verdwenen.

7.5. samenvatting

ALGEMEEN

- Het hoofdstuk bouwtechniek heeft betrekking op de constructiewijze, de detaillering en de materialisatie van ontwerpkeuzes die uit oogpunt van energiebesparing zijn te maken. Het schaalnivo is kleiner dan dat van onderwerpen uit vorige hoofdstukken.

BENUTTING ZONNE-ENERGIE

- De bouwkundige voorzieningen van passieve zonneënergiesystemen (PZE) bestaan uit glas, massa of een combinatie van glas en massa.

- De factoren die bij glas de energiebenutting beïnvloeden zijn de hoeveelheid zonnewarmte die op het glasvlak valt, de hoeveelheid warmte die door het glas wordt doorgelaten (afhankelijk van glasoort, raamopbouw, raamgrootte en zonwering), de hoeveelheid verloren warmte door transmissie en ventilatie, het benuttingspercentage (afhankelijk van oriëntatie, hoeveelheid massa, glasoort, invalshoek, verwarmingssysteem en isolatiewaarde van de schil) en het gewenste comfort.

- Maatregelen ter passieve benutting van zonneënergie zijn:

Het vergroten van de ramen op de zonzijde en het verkleinen van de ramen op de niet-zonzijde.

Renovatie biedt hiertoe bouwkundig een aantal mogelijkheden.

- Het wijzigen van de glassoort.
De glassoort kan worden gewijzigd in dubbel glas of spectraal selectief glas.
- Het wijzigen van de raamopbouw.
Door het plaatsen van voorzetrampen aan de buitenzijde van dubbel glas, het creëren van een serre en het dichtzetten van loggia's. Bij de serre is sprake van een open (luchtspouwventilatie met buitenlucht) en een gesloten systeem (luchtspouwventilatie met binnenlucht)
- Het aanbrengen van nachtisotatie
Nachtisotatie is afhankelijk van bewonersgedrag en kan bestaan uit buitenluiken, binnenluiken, gordijnen en vitrage.
- Het voorkomen van oververhitting.
Periodieke oververhitting kan worden beperkt door zonwering. Binnenzonwering kan bestaan uit gordijnen of jalouziën, buitenzonwering uit uitvalschermen of jalouziën (tijdelijke zonwering) of uit diepe neggen, een loggia, galerijen- of balkonuitkragingen (vaste zonwering).

- Bij een combinatie van glas en massa bestaat het binnenspouwblad uit een wand met enige massa en het buitenspouwblad uit enkel glas. Er valt een onderscheid te maken in open- en gesloten systemen. Gesloten: thermosyphonwand en trombe-wand. Open: klimaatgevel.

- Actieve zonneënergiesystemen zijn, met uitzondering van de zonneboiler, niet rendabel en worden daarom ook niet verder besproken.

- Van de hybride zonneënergiesystemen zijn alleen die systemen rendabel waarbij geforceerd door de zon verwarmde lucht aan de luchtspouw wordt onttrokken.

BEPERKING VENTILATIEVERLIEZEN

- Bij een woning, grenzend aan twee andere woningen en standaard geïsoleerd ($R = 2,0 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$), is het warmteverlies ten gevolge van ventilatie ongeveer even groot als het warmteverlies ten gevolge van transmissie. Wanneer de woning beter wordt geïsoleerd, neemt het transmissieverlies af. Het verlies door ventilatie blijft echter gelijk en neemt daardoor in aandeel van warmteverlies percentageel toe.

- Het totale warmteverlies door ventilatie wordt bepaald door het ventilatievoud n_{totaal} , de inhoud van de woning V , de warmtecapaciteit van de lucht ($1200 \text{ J}/(\text{K}\cdot\text{m}^3)$), het gemiddelde temperatuurverschil tussen binnen en buiten gedurende het stookseizoen (= aantal graaduren) en natuurlijk het optredende buitenklimaat.

- Er wordt onderscheid gemaakt in bewuste en onbewuste ventilatie (infiltratie). Bewuste ventilatie komt tot stand door het gebruiken van goede ventilatiemogelijkheden (mechanische ventilatie en natuurlijke ventilatie; ramen en roosters) en het geven van goede voorlichting.

Onbewuste ventilatie (infiltratie) is afhankelijk van de gemiddelde woningtemperatuur, het ventilatie- en stookgedrag, de oriëntatie, het woningontwerp, de mate van kierdichting (bij draaiende delen, bouwkundige aansluitingen en binnendeuren bij buffers) en het gekozen installatiesysteem.

BEPERKING TRANSMISSIEVERLIEZEN

- Het isoleren van een woning is de meest doeltreffende maatregel om het transmissieverlies in die woning terug te brengen. Bij het aanbrengen van isolatie moet men zich echter bewust zijn van vochtproblemen die zich in de woning kunnen voordoen. Onzorgvuldig aangebrachte isolatie vergroot namelijk de kans op condensatie en wanneer vocht de isolatielaag kan bereiken neemt de isolatiewaarde sterk af.

- Door te isoleren neemt de warmteweerstand van de constructie toe. Deze is afhankelijk van de warmtegeleidingscoëfficiënt (λ) en de dikte en soort van de diverse toegepaste materialen.

- Eindelozе verhoging van de R-waarde heeft geen eindelozе verlaging van het transmissieverlies tot gevolg. Dit verschijnsel staat bekend als de wet van de verminderde meeropbrengst.

- Bij het aanbrengen van isolatie moet de keuze worden gemaakt tussen isolatie aanbrengen aan de binnen-, aan de buitenzijde dan wel in de constructie. In het algemeen biedt het meer voordelen de isolatie aan de buitenzijde aan te brengen. De gevel, het dak, de vloeren en de wanden komen voor isolatie in aanmerking.

- Bij de gevel wordt onderscheid gemaakt tussen massief gemetselde muren, gemetselde gevels met spouwmuren en samengestelde gevels. Bij massief gemetselde muren moet de keuze tussen binnen- (eenvoudig op te nemen in de voorzetwandconstructie) en buiten- isolatie (bouwфysisch beter, invloed op het uiterlijk, duurder en meer kwetsbaar) worden gemaakt. De buitengevelisolatie kan op verschillende manieren worden uitgevoerd.

Spouwmuren komen bij vooroorlogse woningen maar zelden voor. Van dit systeem is dus vooral sprake bij nieuw op te trekken muren. Spouwisolatie is goedkoper dan binnenisolatie.

Samengestelde gevels zijn te onderscheiden in gevels van houtskeletbouw (HSB) en van sandwichpanelen. HSB kenmerkt zich door zijn lichte gewicht en de scheiding in functies als dragen, regenkeren, isoleren en het verzorgen van de stabiliteit. Door de geringe massa is de kans op oververhitting groter.

Sandwichpanelen worden fabrieksmatig uitgevoerd en hebben een opbouw die vergelijkbaar is met die van HSB. De dikte van het paneel wordt meestal door de profielmaat van de pui of de deur bepaald.

- Bij vooroorlogse woningen wordt de ruimte onder het dak bijna altijd verwarmd. Isolatie is dus van groot belang. Er kan onderscheid worden gemaakt tussen platte en hellende daken.

Platte daken onderscheiden zich door de verschillende constructiemethoden: de "koud dak" constructie (isolatie onder de dakconstructie) en de "warm dak" constructie (isolatie boven de dakconstructie). Bij een traditioneel warm dak bevindt de waterkerende laag zich boven en de dampremmende laag zich onder de isolatie. Bij een variant van het warme dak, het "omgekeerde dak" bevindt ook de waterdichte laag zich onder de isolatie. Beide typen van een "warm dak" vormen een goede oplossing.

Het hellende dak onderscheidt zich bouwфysisch van het platte dak door de geringere dampdiffusieweerstand van de dakbedekking. Hierdoor vindt geen vocht-oppeenhoping onder de dakbedekking plaats en kan zowel een "koud-" als een "warm dak" constructie worden toegepast zonder dampremmer. De constructie kan op verschillende manieren worden uitgevoerd.

- Bij de vloeren kan onderscheid worden gemaakt tussen: begane grondvloeren, woningscheidende vloeren en verdiepingscheidende vloeren in de woning.

Begane grondvloeren in vooroorlogse woningbouw zijn in veel gevallen zowel gemaakt van hout als van steenachtig materiaal (smalle beuk of gangtravee). De constructie kan, afhankelijk van de situatie (handhaven of vernieuwen) op verschillende manieren worden uitgevoerd.

In de praktijk zijn voor woningscheidende vloeren de eisen op het gebied van brandveiligheid en geluidwerendheid bepalend.

Bij verdiepingscheidende vloeren is extra thermische isolatie niet vereist maar draagt wel bij tot een besparing van circa 70 m³ gas per jaar.

- Wandен onderscheiden zich in woningscheidende wanden en wanden binnen de woning. Voor de laatste geldt hetzelfde als voor de verdiepingscheidende vloeren. Om het transmissieverlies tussen twee woningen of tussen een woning en onverwarmde ruimte te beperken kan de woningscheidende wand worden voorzien van isolatie. Een aantal constructies zijn mogelijk.

- Vocht kan op verschillende manieren optreden in een woning; woonvocht, bodemvocht, doorslaand vocht (regen) en bouwvocht.

Onder het begrip "woonvocht" valt ondermeer gecondenseerde waterdamp afkomstig van de mensen zelf of van hun activiteiten (koken, wassen e.d.). Om overlast hiervan te voorkomen kunnen vier maatregelen worden getroffen: het voorkomen van koudebruggen (= het voorkomen van oppervlaktecondensatie), het zorgdragen voor een goede thermische en hygrische opbouw van de constructie (= voorkomen inwendige condensatie), het beperken van woonvocht en het beperken van temperatuurverschillen in de woning.

- Een koudebrug is een plaats in de constructie waar de warmteweerstand gering is ten opzichte van de omringende constructie. De oppervlaktetemperatuur is hier lager waardoor waterdamp eerder condenseert en er snel vochtproblemen optreden. Koudebruggen kunnen worden voorkomen door de isolatiewaarde en dus de oppervlaktetemperatuur van de schil zo constant mogelijk te houden.

- In principe vindt er een vochtstroom plaats van een gebied met hoge dampspanning naar een gebied met lage dampspanning. In het algemeen is de dampspanning binnen de woning hoger dan daarbuiten. Er vindt dus een vochtstroom plaats van binnen naar buiten. De dampremmer moet aan de warme zijde van de constructie worden opgenomen.

- Het woonvocht kan op twee manieren worden beperkt: door beperking van de vochtproductie (o.a. door voorlichting en goede plaatsing van de mechanische afzuiging) en door verbeterde ventilatie (bij voorkeur in combinatie met warmteterugwinning).

- Als een deel van de omhullende schil aan de binnenzijde een lagere oppervlaktetemperatuur heeft dan de dauwpunttemperatuur van de binnenlucht, treedt oppervlaktecondensatie op. Dit is het geval bij een koudebrug maar ook bij grotere gebouwdelen. Nachtverlaging beperken tot 15°C voorkomt dit probleem.

- Door de capillaire werking van metselwerk kan bodemvocht de woning of de constructie binnen komen: optrekkend vocht. Het vocht wordt in de constructie opgesloten. Dit kan worden voorkomen door het zuigend metselwerk met een goed afsluitend chemisch preparaat te impregneren of (duurder maar effectiever) het inlaten van een waterkerende laag in de vorm van een slabbe. Het probleem kan ook ter plekke van de fundering worden opgelost.

- Bij goed voegwerk geeft steens metselwerk geen problemen met doorslaand vocht. Bij poreuze steen kan het metselwerk worden behandeld met een ademend siliconenproduct waardoor ook vermindering van de isolatie wordt voorkomen. Nadeel is dat de maatregel vaak moet worden herhaald.

- Problemen met bouwvocht komen bij renovatie maar weinig voor.

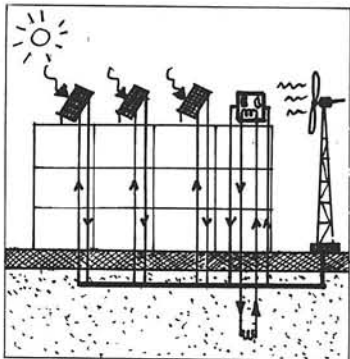
hoofdstuk 8 INSTALLATIETECHNIEK



8.1. algemeen

De installatiekeuze bij een "energiebewust" gerenoveerde woning vraagt meer overweging dan de installatiekeuze bij een "standaard" gerenoveerde woning. In het laatste geval wordt meestal gekozen voor de "standaard"-oplossing. Bij een woning voorzien van energiebesparende maatregelen dient men te kiezen voor energiezuinige installaties en rekening te houden met de consequenties van de toegepaste energiebesparende maatregelen. Er zijn meerdere oplossingen mogelijk. De ontwerper en/of opdrachtgever zal zelf zijn prioriteiten moeten vaststellen en op basis hiervan een keuze maken.

Het streven naar energiebesparing stelt met name hoge eisen aan de ventilatievoorziening. Want goede kierdichting leidt tot geringe infiltratie, waardoor bewuste ventilatie noodzaak wordt. Bovendien vergroot een hoge isolatiewaarde van de schil de kans op condensatie bij koudebruggen en helpt ventilatie die kans verkleinen. Maar door de hogere isolatiewaarde van de schil neemt ook de post ventilatie-verliezen in de energiebalans relatief toe. En een overmaat aan ventilatie heeft energieverlies tot gevolg.



Dit hoofdstuk wil een overzicht bieden van hetgeen op installatiegebied mogelijk is en de consequenties en voor- en nadelen van de verschillende systemen op een rijtje zetten. Vanwege de complexiteit van de ventilatiekeuze én vanwege de consequenties van deze keuze voor de verwarmingsinstallatie komen in dit hoofdstuk eerst de mogelijkheden van ventilatie aan de orde.

Achtereenvolgens worden dus, bij collectieve en individuele systemen, de mogelijkheden besproken van:

- ventilatie
- ruimteverwarming
- tapwatervoorziening

Eerst komt echter ter sprake welke installaties zich voor de renovatie in de vooroorlogse gestapelde woningbouw bevonden en welke installaties "standaard" bij renovatie worden toegepast.

8.1.1. installaties voor de renovatie

Oorspronkelijk bevonden zich in vrijwel alle vooroorlogse gestapelde woningen dezelfde systemen voor ventilatie, ruimte- en tapwaterverwarming.

De ventilatie vond op natuurlijke wijze plaats door winddrukverschillen en thermische trek via kieren en klepramen. De keuken en het toilet waren meestal voorzien van een natuurlijk ventilatie-afvoerkanaal.

De woonkamer en soms ook een slaapkamer werden verwarmd door een schoorsteengebonden gashaard (voormalige kolen- of oliestookte haard).

En in de keuken hing een geiser, al dan niet met rookgasafvoer, voor het warme tapwater.

8.1.2. "standaard"-installaties bij renovatie

Bij hoog-niveau-renovatie wordt in principe de gehele installatie vernieuwd. De oorspronkelijke installaties zijn meestal verouderd en bovendien stelt de goed geïsoleerde en kierdichte woning, met name op ventilatiegebied, zwaardere eisen aan de installaties dan voor de renovatie.

De schoorsteenkanalen worden meestal vernieuwd omdat deze in veel gevallen bouwtechnisch onbetrouwbaar zijn en de plattegrondontwikkeling en differentiatie-aanpassing beperken. Bovendien zijn de traditionele schoorstenen voor VR- en HR-

ketels meestal onbruikbaar vanwege de lengte van het kanaal en condensatiegevaar. Als de schoorstenen wel gehandhaafd blijven, moeten ze "gekogeld" worden. Dit betekent dat met een kogel het kanaal van een specielaag wordt voorzien.

Bij hoog-niveau-renovatie wordt als ventilatievoorziening meestal een mechanische afzuiginstallatie gekozen die de keuken, de douche en de toiletruimte afzuigt. Voor de verwarming valt de keuze meestal op een "combiketel" met tapspiraal (zie hst. 8.3.3.C.) die zowel voor de ruimteverwarming via radiatoren als voor de tapwaterverwarming zorg draagt. Dit systeem wordt geregeld met een kamerthermostaat. De voorkeur dient uit te gaan naar een gesloten verbrandingstoestel (zie hst.8.3.2.B.).

8.2. collectieve installatiesystemen

Collectieve installatiesystemen zijn installatiesystemen waarbij de installaties voor meer dan één woning de verwarming van ruimte en tapwater en de ventilatie regelen.

8.2.1. collectieve ventilatie

Collectieve mechanische ventilatie wordt meestal per travee of per twee traveeën in een woningblok uitgevoerd.

○ energieverbruik

Aan de ventilatoren is een collectief systeem per woning evenveel elektrische energie kwijt dan een individueel ventilatiesysteem (circa 250 kWh/jaar). Het collectieve systeem kan een groter (thermisch) energieverlies opleveren wanneer er geen voorzieningen zijn getroffen om de installatie op een "spaar"-stand te zetten.

Er kunnen echter ook besparingen worden bereikt. Bijvoorbeeld door het collectieve (gebalanceerde) ventilatiesysteem te koppelen aan een warmteterugwinunit (WTW) of een zonneënergiesysteem (bijvoorbeeld door de ventilatielucht met behulp van collectoren voor te verwarmen).

○ voordelen

- Bij een goed systeem is het toerental van de ventilator door middel van drukmeting direct gekoppeld aan de ventilatiebehoefte waardoor, zonder ingrijpen van de bewoners, een comfortabel binnenklimaat wordt gerealiseerd.
- Een collectief ventilatiesysteem met warmteterugwinning (WTW) vraagt minder onderhoud dan een individueel ventilatiesysteem met warmterugwinning voor een gelijk aantal woningen.

○ nadelen

- De mogelijkheid om de ventilatie aan te passen aan de wensen van de individuele bewoner is beperkt. Het is daarom aan te raden geen nachtverlaging toe te passen en het collectieve ventilatiesysteem te voorzien van een individuele motorloze afzuigkap waardoor de bewoners de installatie zelf enigszins kunnen regelen.
- De kans op storingen en geluidshinder (overspraak) is bij een collectief systeem groter dan bij een individuele ventilatie-installatie.
- Onderlinge beïnvloeding door verstellen van de afzuigventielen.

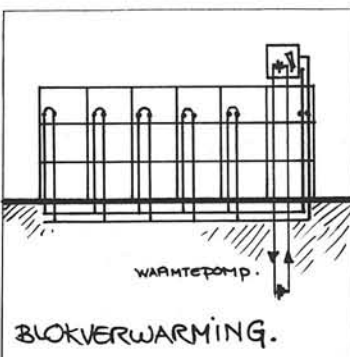
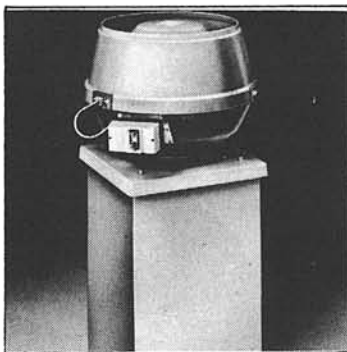
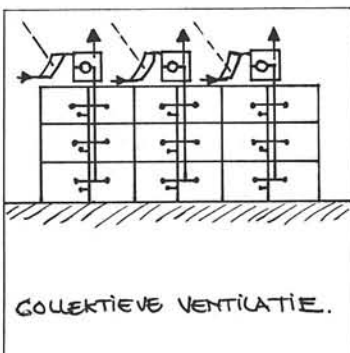
8.2.2. collectieve ruimteverwarming

Collectieve verwarmingssystemen kunnen worden onderscheiden in blok- en stadsverwarming (meerdere blokken).

In het algemeen hebben deze systemen als nadeel dat ze in principe altijd warmte moeten kunnen leveren. Zeker wanneer ook het water met behulp van een dergelijk systeem wordt verwarmd. Dit resulteert in extra verliezen.

A. COLLECTIEVE RUIMTEVERWARMING; BLOKVERWARMING

Blokverwarming wordt bij renovatie zelden toegepast.



○ **energiebesparing**

Door blokverwarming te koppelen aan energiebesparende systemen kan deze vorm van verwarming energiezuinig zijn. Blokverwarming kan worden gekoppeld aan:

1. **een HR-ketel**

Een dergelijke ketel is bij individuele verwarming vaak niet rendabel.

Bij blokverwarming wel. De HR-ketel wordt, om de pieklast op te vangen, meestal gecombineerd met een conventionele ketel.

2. **een warmtekrachtcentrale**

Bij warmtekrachtkoppeling wordt gebruik gemaakt van warmte die vrijkomt bij electriciteitsopwekking. De energiewinst bestaat dus uit het verminderde verlies van afvalwarmte bij de electriciteitsproductie.

3. **een warmtepomp**

Een warmtepomp onttrekt warmte aan een medium (bijvoorbeeld grondwater of buitenlucht) en staat dit af aan een ander medium (bijvoorbeeld verwarmingswater of -lucht).

○ **voordelen**

- Blokverwarming heeft als voordeel dat de investeringskosten over veel woningen kunnen worden verdeeld. Dit heeft tot gevolg dat woningen met blokverwarming een lagere huur hebben dan woningen met een individueel verwarmingssysteem.
- Het onderhoud kan plaatsvinden in het ketelhuis in plaats van in de woningen zelf. Dit is goedkoper en uit comfortoogpunt gewenst.

○ **nadelen**

- Afwijzing door bewoners die vrezende "voor de burens" te moeten betalen. Individuele bemetering lost dit probleem op, maar is duur;
- Bij een storing zijn de gevolgen groter bij collectieve dan bij individuele systemen;
- Weigeraars kunnen blokverwarming verhinderen.

B. COLLECTIEVE RUIMTEVERWARMING; STADSVERWARMING

Omdat stadsverwarming op een groot gebied van toepassing is, komt de keuze tussen wel of geen stadsverwarming voor een renovatieteam zelden aan de orde. Vanwege de hoge investeringskosten en lage energieprijzen worden er op dit moment haast geen nieuwe stadsvernieuwingsnetten meer aangelegd.

○ **energiebesparing**

Het rendement van een op stadsverwarming aangesloten installatie ligt gemiddeld op 95% (verbrandingswarmte op bovenwaarde. Zie hoofdstuk 8.3.2.B) [bron 5]. De energiebesparing komt voort uit gebruikmaking van afvalwarmte en restwarmte. Een hoge bebouwingsdichtheid en een zeer goed geïsoleerd leidingennet vormen de voorwaarden voor een goed functioneren van dit systeem.

8.2.3.

collectieve tapwatervoorziening

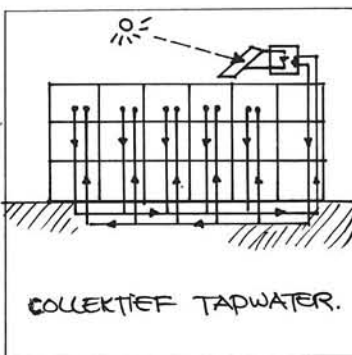
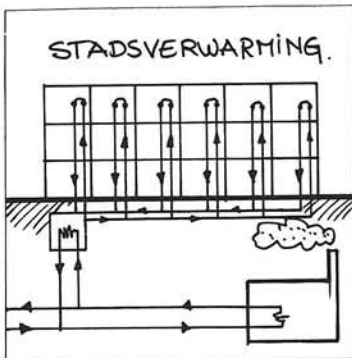
Zowel bij blokverwarming als bij stadsverwarming kan ook het tapwater collectief worden geleverd door middel van een centraal geplaatste boiler of een doorstroomtoestel.

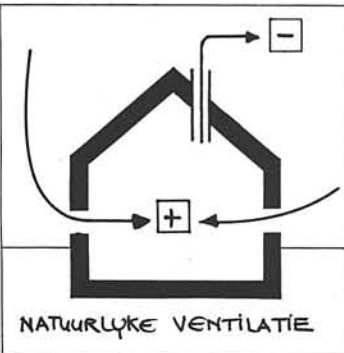
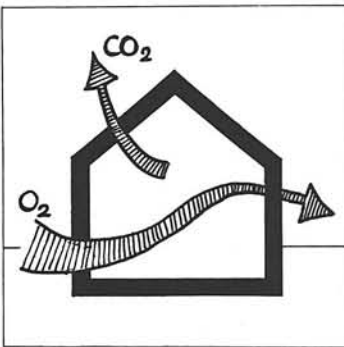
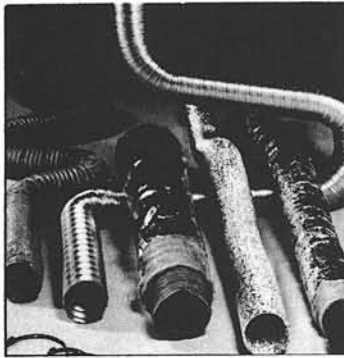
○ **energiebesparing**

Alle collectieve tapwatervoorzieningen kunnen worden gekoppeld aan een zonneboiler. Vaak kan 40 tot 50% van de tapwaterbehoefte met een zonneboiler rendabel worden gedekt.

○ **nadelen**

- De relatief hoge stilstands- en leidingverliezen. Een circulatiepomp en optimale leidingisolatie zijn daarom noodzakelijk;
- Hogere tapdebieten. Het is daarom gewenst per woning of tappunt een doorstroombegrenzer te monteren;





– Verspilling wanneer geen individuele bemetering wordt toegepast.

8.3. individuele systemen

Individuele installatiesystemen zijn installatiesystemen waarbij de installaties voor één woning de verwarming van ruimte en tapwater en de ventilatie regelen. Hieronder volgt een overzicht van de combinaties die, op basis van de hier te behandelen systemen, in principe mogelijk zijn:

ventilatie en tapwater verwarming	natuurlijk	mech. afzuiging	gebal.		boiler/ geiser	tapspiraal	indirect gest. boiler
			mech. vent.	+WTW			
gaskachel	●	●	●	●	●		
gevelkachel	●	●	●	●	●		
cv-ketel met radiatoren	●	●	●	●	●	●	●
cv-ketel met convectoren	●	●	●	●	●	●	●
cv-ketel met vloerverwarming	●	●	●	●	●	●	●
elektrische verwarming	●	●	●	●	●		
cv-ketel met indirecte luchtverwarming			●	●	●	●	●
indirect gestookte luchtverwarming			●	●	●		

8.3.1. individuele ventilatie

Individuele ventilatie valt te onderscheiden in bewuste en onbewuste ventilatie (infiltratie). Bewuste individuele ventilatie bestaat uit:

- natuurlijke ventilatie (ongecontroleerd);
- mechanische ventilatie.

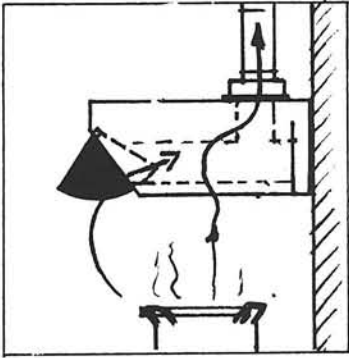
A. INDIVIDUELE VENTILATIE; NATUURLIJK

Natuurlijke ventilatie vindt plaats door openingen in de woningschil. Om voldoende te kunnen ventileren moeten de verschillende vertrekken van bepaalde openingen zijn voorzien [bron: 2]:

Een woning op natuurlijke wijze voldoende ventileren vraagt veel discipline van de bewoners. Zij moeten de ventilatievoorzieningen tijdig en lang genoeg in werking stellen. In de praktijk blijkt volledige natuurlijke ventilatie bijna altijd comfortproblemen met zich mee te brengen. Er wordt óf te weinig geventileerd waardoor de woning "muf" gaat ruiken en er vochtproblemen kunnen ontstaan, óf er wordt voldoende of te veel geventileerd wat klachten over tocht en kou met zich meebrengt. Wanneer de keuken is voorzien van een afzuigkap met ventilator kan een iets verbeterd comfort worden bereikt.

○ energiebesparing

De mate van energieverlies bij natuurlijk ventilatie en een afzuigkap is niet controleerbaar en afhankelijk van het bewonersgedrag. Het energieverbruik van een afzuigkap met ventilator bedraagt circa 25-50 KWhe/jr [bron:2].



- **voordelen**
 - Het systeem is goedkoop. Een afzuigkap kost ongeveer f 325,- inclusief afvoerkanal.
 - Het systeem is met alle verwarmingssystemen te combineren.

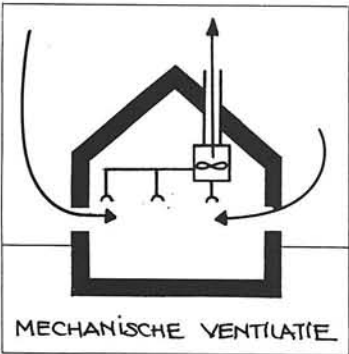
- **nadelen**
 - Ook wanneer de keuken is voorzien van een afzuigkap kunnen tochtklachten ontstaan.
 - De beheersbaarheid van het systeem is slecht door de grote afhankelijkheid van het buitenklimaat.
 - Bij toepassing van een wasemkap met motor worden eisen gesteld aan het verwarmingssysteem.

B. INDIVIDUELE VENTILATIE; MECHANISCH

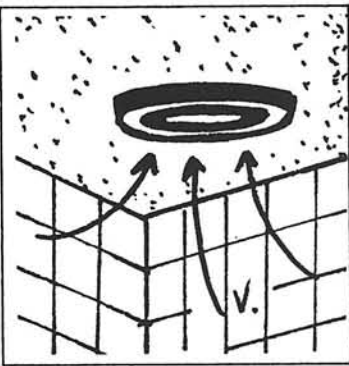
Bij individuele mechanische ventilatie kan onderscheid worden gemaakt tussen:

- mechanische afvoer en natuurlijke toevoer van lucht
- mechanische afvoer en mechanische toevoer van lucht (= gebalanceerde mechanische ventilatie). Dit systeem wordt in principe altijd gecombineerd met een WTW-unit.

Voor de kosten/batenanalyse, zie onderstaand schema [bron 1 + 64 + 65].



ventilatiesysteem	investering	besparing	elec. verbruik
mechanische afzuiging	f 1250,-	referentie	250 kWhe
gebal. mechanische ventilatie met WTW (vent. lucht)	f 3500,-	200-300 m ³ gas/woning/jr	400-600 kWhe.
gebal. mechanische ventilatie met WTW (vent. lucht + rookgassen)	f 4300,-	400-500 m ³ gas/woning/jr	400-600 kWhe



● **mechanische afvoer en natuurlijke toevoer van lucht**

Dit is de "standaard" oplossing bij hoog-niveau-renovatie. De keuken, de douche en het toilet zijn aangesloten op een mechanische ventilatie-unit (zie fig.48), de overige vertrekken zijn voorzien van de, in hoofdstuk 8.3.1.a. genoemde, natuurlijke ventilatievoorzieningen.

De afzuigpunten moeten zich in de badkamer bij de douche bevinden en in de keuken boven het kookpunt. Een open keuken moet van twee afzuigpunten zijn voorzien. De bewoners kunnen zelf beslissen over het wel of niet aansluiten van een motorloze afzuigkap op één van de afzuigpunten.

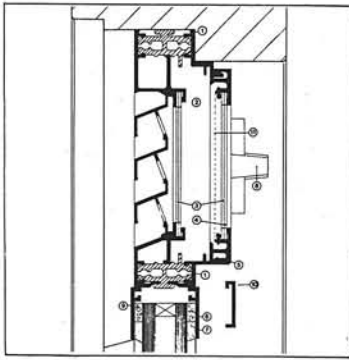
Doordat bij mechanische afzuiging onderdruk in de woning kan ontstaan, wordt van buiten lucht de woning ingezogen. Dit gebeurt ondermeer via kieren, naden en ventilatieroosters in de gevel.

○ **energiebesparing**

Het totale energieverbruik van de mechanische ventilatie-unit bedraagt circa 250 KWhe/jaar [bron 64]. Het totale energieverbruik in de woning ligt over het algemeen lager dan bij woningen met alleen afzuiging in de keuken omdat de ventilatie beter wordt gecontroleerd.



figuur 48



○ **voordelen**

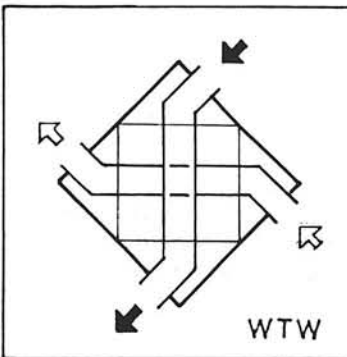
- Een eenvoudig en goed te bedienen ventilatiesysteem.
Zeker wanneer het systeem is voorzien van een 3-standenschakelaar met nacht(spaar)-, dag- en kookstand. De besparing bedraagt 150 m³ gas en 75 kWh [bron: 30].
- Een goedkoop systeem.

○ **nadelen**

- Het systeem kan geluidshinder opleveren. Het toegestane geluidsniveau in een ingerichte verblijfsruimte bedraagt 25 dB(A), in overige ruimten 40 dB(A).
- Een afzuigstelsel in de ruimte waarin zich een open verbrandingstoestel bevindt brengt grote risico's met zich mee vanwege de heersende onderdruk. De afvoergassen kunnen dan de woning worden ingezogen in plaats van door de schoorsteen te verdwijnen. Extra beveiligingen zijn vereist [GAVO 1987] maar het is in het algemeen beter een dergelijke situatie gewoon te vermijden door gesloten gastoestellen toe te passen.
- Het wel of niet optreden van vochtklachten is afhankelijk van het bewonersgedrag en kan niet worden gegarandeerd.

● **mechanische afvoer en mechanische aanvoer van lucht (= gebalanceerde mechanische ventilatie + WTW)**

Bij dit systeem bevinden zich in keuken, toilet en douche afzuigpunten en in de slaapkamers, en soms ook in de woonkamer, inblaasroosters. De hoeveelheid ingeblazen lucht is altijd iets groter dan de hoeveelheid afgezogen lucht waardoor een lichte overdruk in de woning ontstaat. Hierdoor wordt het probleem van tocht door aangezogen buitenlucht enigzins voorkomen. Via spleten onder de binnendeuren bereikt de verse, aangevoerde lucht de vertrekken zonder aanvoerrooster. Het systeem kan alleen goed functioneren wanneer de woning kierdicht is en de bewoners het openen van ramen tot een minimum beperken.



○ **energiebesparing**

Afhankelijk van het rendement van de WTW-installatie kan een hoeveelheid warmte uit de afgezogen lucht en/of rookgassen worden teruggewonnen. De afgezogen lucht en de rookgassen geven hun warmte af aan de verse aangezogen buitenlucht door middel van bijvoorbeeld een kruisstroom-platenwisselaar eventueel gecombineerd met een rookgasafvoer-ventilatieluchttoevoerkanaal. Gebalanceerde mechanische ventilatie wordt bijna altijd met een WTW-installatie gecombineerd.

Vijftig tot zeventig procent van de warmte uit de afgezogen lucht kan worden teruggewonnen. Wanneer ook warmte wordt teruggewonnen uit de rookgassen kan een rendement van 85% worden bereikt [bron 62]. De in de overzichtstabel genoemde besparingen zijn exclusief de extra benodigde energie ten behoeve van de installatie zelf. Het energieverbruik van de ventilatoren van gebalanceerde mechanische ventilatie met WTW bedraagt 400-600 kWh/jr. Er zijn ventilatoren in ontwikkeling met een lager opgenomen vermogen.



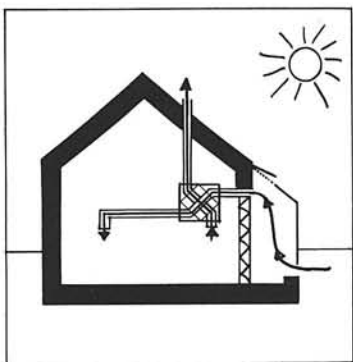
In de zomer mag de luchttoevoer van een gebalanceerd mechanisch ventilatiesysteem worden uitgeschakeld. Behalve wanneer het mogelijk is de WTW als koeling te laten werken (warme buitenlucht afkoelen met koude binnenlucht). De mechanische afzuiging moet ook in de zomer functioneren.

● **benutten van zonneënergie**

Buitenlucht kan in een serre, lichtcollector of ander zonneënergiesysteem worden voorverwarmd. Via het mechanische ventilatiesysteem kan deze lucht de woning worden ingeblazen. Zie verder hoofdstuk 7.2.

○ **voordelen**

- Bij normaal ventilatie- en stookgedrag is een goede regeling van de vochtuithouding gegarandeerd.



- Gebalanceerde mechanische ventilatie mag in overleg met de nutsbedrijven in een ruimte worden geplaatst waarin zich een open verbrandingstoestel bevindt. Het toestel moet dan wel zijn aangesloten op het systeem van de mechanische rookgasafvoer en zodra de luchttoevoer uitvalt moet automatisch de gastoevoer worden afgesloten [bron: Gavo87]. Deze koppeling van verwarming en ventilatie is overigens ook bij gesloten toestellen een goede zaak; de ventilatie is dan gegarandeerd.
- De combinatie met een WTW bespaart een aanzienlijke hoeveelheid energie.
- De WTW zorgt voor voorverwarmde toevoerlucht waardoor een meer comfortabel ventilatiesysteem ontstaat.

○ **nadelen**

- Het bewonersgedrag wordt beperkt omdat bewoners niet onbeperkt de ramen kunnen openen.
- Ook inblazen van voorverwarmde toevoerlucht kan nog tot tochtklachten leiden waardoor bewoners geneigd zijn de luchttoevoeren af te sluiten. De tochtklachten kunnen enigzins worden voorkomen door:
 - a. inblaasroosters hoog in het vertrek te plaatsen;
 - b. een inducerend rooster toe te passen.
- Het systeem kan geluidshinder opleveren. Het toegestane geluidsniveau in een ingerichte verblijfsruimte bedraagt 25 dB(A), in overige ruimten 40 dB(A).

8.3.2. individuele ruimteverwarming

Het is vooralsnog in Nederland niet economisch rendabel om met behulp van energiebesparende maatregelen en benutting van zonneënergie het bijverwarmen van een woning overbodig te maken. Elke woning moet zijn voorzien van een ruimteverwarmingssysteem dat aansluit op de (bij)verwarmingsbehoefte van de woning en zijn bewoners.

De globale investeringskosten van enkele mogelijkheden voor individuele ruimteverwarming inclusief montage, exclusief BTW:

	investering
een gashaard ("open toestel"):	<i>f</i> 2500,- à <i>f</i> 2700,- per stuk
een gevelkachel:	<i>f</i> 1450,- à <i>f</i> 1650,- per stuk
een elektrisch straalelement:	<i>f</i> 425,- per stuk
een gesloten cv-ketel met tapspiraal:	<i>f</i> 6800,- à <i>f</i> 7400,- incl. radiatoren e.d.

Bij de ruimteverwarmingssystemen valt een onderscheid te maken tussen lokale en centrale verwarming.

A. LOKALE RUIMTEVERWARMING

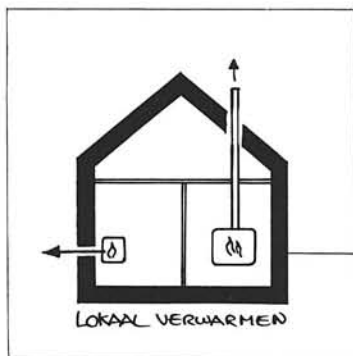
Een lokaal ruimteverwarmingssysteem is een verwarmingssysteem waarvan de warmte op dezelfde plaats aan de omgeving wordt afgestaan als waar hij wordt opgewekt (c.q. waar het toestel is geplaatst).

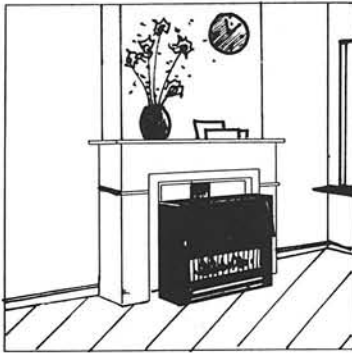
Er bestaan een aantal vormen van lokale ruimteverwarming:

- gashaarden
- gevelkachels
- elektrische verwarming

● **lokale verwarming; gashaarden**

Gashaarden worden ook wel schoorsteengebonden kachels genoemd vanwege hun afhankelijkheid van een schoorsteenkanaal.





Hoofdstuk 8.1.2. vermeldde dat de schoorstenen van vooroorlogse gestapelde woningbouw meestal van zo'n slechte kwaliteit zijn dat vernieuwing onvermijdelijk is. Vaak wordt daarom de oude schacht vervangen door een nieuw rookgaskanaal en een nieuw samengestelde leidingkoker. In enkele gevallen wordt gekozen voor handhaving van het oude gemetselde kanaal door er een nieuw rookgaskanaal door te trekken. Dit rookgaskanaal dient dan wel gegarandeerd luchtdicht en corrosiebestendig te zijn. Bovendien moet het rookgaskanaal van een hittebestendig materiaal zijn (niet van aluminium) om gevaar te voorkomen bij plaatsing van een allesbrander. Hoever het rookkanaal boven het dak moet uitsteken staat vermeld in de Gavo (NEN 1078).

○ energiebesparing

Het rendement van een nieuwe gashaard ligt gemiddeld rond 65%. Gashaarden kunnen een zeer energiebesparend effect hebben, want:

- het zichtbaar branden van de haard stimuleert nachtverlaging en verlaging bij afwezigheid;
- het systeem levert snel de gewenste warmte;
- door het grote aandeel van stralingswarmte wordt een lagere gemiddelde luchttemperatuur geaccepteerd;
- er wordt meestal maar een beperkt aantal vertrekken verwarmd;
- geen leidingverliezen;
- de benuttingsgraad van zonneënergie en interne warmte is hoog vanwege de gemiddeld vrij lage luchttemperatuur.

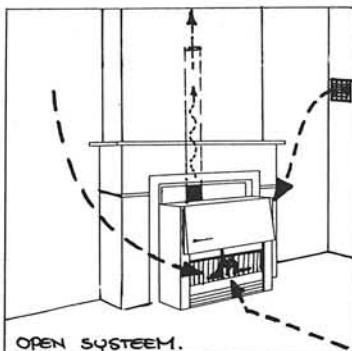
Het verschil in verbruik kan, in vergelijking met een cv-installatie, 10 tot 30% bedragen [bron: 34].

○ voordelen

- Bij twee à drie toestellen zijn gashaarden financieel meer rendabel dan het "standaard" centrale verwarmingssysteem.
- De bediening en werking van gashaarden is zeer eenvoudig.
- Gashaarden zijn vanwege hun eenvoud weinig storingsgevoelig.
- Het zichtbare vuur van de gashaard wordt veelal "gezellig" gevonden.

○ nadelen

- Bij drie of meer toestellen is de investering in en het verbruik van gashaarden financieel minder rendabel dan de "standaard" c.v.-installatie.
- Er kan discomfort ontstaan bij verwarming met gaskachels door asymmetrie, warmtestraling van de haard en koude van de buitengevel (isolatie vermindert dit verschijnsel). Ook de verbrandingsluchtstroom kan bij luchtdichte woningen discomfort opleveren doordat deze sterk gericht plaatsvindt.
- Per gashaard wordt één ruimte verwarmd. Door het openen van de tussendeur kan ook een tweede ruimte worden "meeverwarmd".
- De inrichtingsvrijheid van de woning is beperkt doordat de gashaard aan de plaats van de schoorsteen is gebonden.
- Elke gashaard heeft zijn eigen waakvlam, een groot aantal kachels heeft dus een hoog basis-gasverbruik tot gevolg (afhankelijk van het bewonersgedrag).



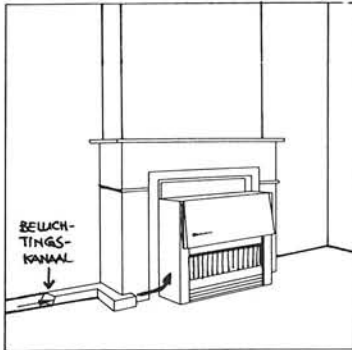
Gashaarden kunnen bestaan uit een open of gesloten verbrandingstoestel.

a. gashaard; een open verbrandingstoestel

Een open verbrandingstoestel onttrekt zijn verbrandingslucht en de lucht via de trekonderbreker aan de ruimte waarin het toestel staat opgesteld. De rookgasafvoer vindt plaats via een verticaal rookkanaal door middel van thermische trek.

Het rendement van het verbrandingstoestel is afhankelijk van:

- de wind
- de hoogte van het schoorsteenkanaal
- de hoeveelheid ventilatielucht die door de trekonderbreker wordt afgevoerd
- de samenstelling van de verbrandingslucht
- de stand van de brander



figuur 49

Hoe groter de capaciteit van het verbrandingstoestel is, hoe groter is ook de hoeveelheid benodigde ventilatie. Evenveel ventilatielucht als voor de brander nodig is, gaat via de trekonderbreker de schoorsteen in. In het algemeen geldt voor de minimale hoeveelheid toevoerlucht:

$$9 \times B \text{ m}^3/\text{h. (B = belasting in Kw)}$$

Doordat de verbrandingslucht aan de ruimte wordt onttrokken kunnen tocht en infiltratieverliezen ontstaan. Dit is te voorkomen door een beluchtungskanaal aan te brengen tot vlak bij het toestel. Zie fig.49.

Het beluchtungskanaal dient geïsoleerd te zijn en voorzien te zijn van een damprem om condensatie te voorkomen. Onder invloed van winddruk op de gevel kan toch nog te veel of te weinig belucht worden. Daarom wordt gezocht naar een alternatief. Zo is op dit moment een onderzoek gaande naar de mogelijkheid om een schoorsteengebonden kachel te beluchten door middel van een kanaal dat via het verlaagde plafond of de kruipruimte van voor- naar achtergevel loopt. Onder invloed van het luchtdrukverschil ontstaat er een luchtstroom van loef- naar lijzijde. Op de plaats van het verbrandingstoestel zorgt een aftakking voor de benodigde verbrandingslucht. In hoeverre dit systeem in minder infiltratieverliezen, minder tochtverschijnselen en een goede beluchting voorziet, moet nog blijken. (Zie verder ter voorkoming van tocht: 8.3.1.; mechanische afvoer, natuurlijke aanvoer.)

In combinatie met mechanische gebalanceerde ventilatie moet het verbrandingstoestel zijn aangesloten op de mechanische luchtafvoer en moet bij uitvallen van de mechanische luchtaanvoer automatisch de gastoevoer worden afgesloten (zie 8.3.1.). (Zie voor eisen aan de ruimte: centrale verwarming, open systeem in open ruimte)

Allesbranders en open haarden zijn in feite ook open schoorsteengebonden kachels. Deze twee systemen zijn echter sterk milieubelastend doordat in de systemen onvolledige verbranding plaatsvindt (smeulen). Mechanische ventilatie kan de schadelijke stoffen verspreiden. Dergelijke installaties worden daarom tot de sfeer-verwarming gerekend en worden in dit hoofdstuk verder niet behandeld.

b. gashaard; een gesloten verbrandingstoestel

Een gesloten verbrandingstoestel onttrekt zijn verbrandingslucht via een kanaal direct van buiten. De rookgasafvoer vindt plaats via een verticaal rookkanaal door middel van thermische trek (A) of via een horizontaal rookkanaal (B) door middel van een ventilator.

De nadelen van een open verbrandingstoestel (infiltratieverlies, tocht en het treffen van beveiligingen) worden met een gesloten verbrandingstoestel vermeden.

De prijs van een gesloten gashaard is echter nog erg hoog.

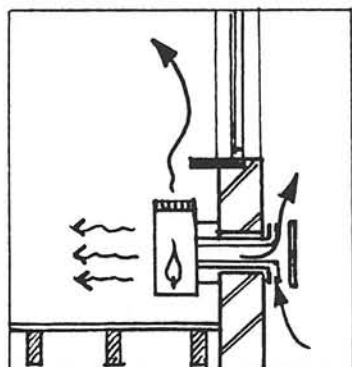
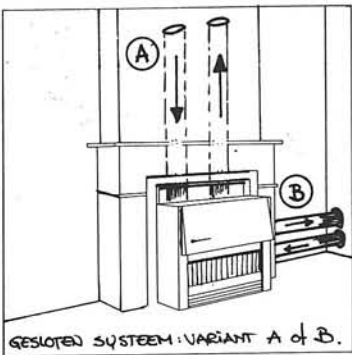
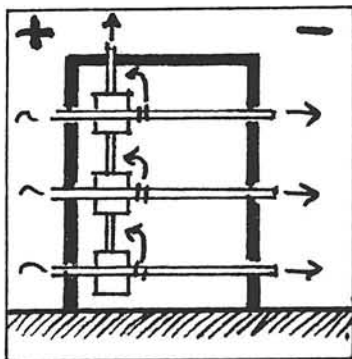
● lokale verwarming; gevelkachels

Gevelkachels zijn gesloten verbrandingstoestellen die via een gevel direct met de buitenlucht zijn verbonden door middel van een gecombineerde afvoer voor rookgassen en toevoer voor verbrandingslucht.

De borstwering dient op de plaats van het toestel een hoge R-waarde ($R = 3 - 3,5 \text{ Km}^2/\text{W}$) te bezitten vanwege het grote temperatuurverschil binnen/buiten en het daarmee samenhangende grote transmissieverlies. Als de isolatiewaarde van de schil moeilijk op dit niveau is te brengen moet achter de gevelkachel een aluminium reflectiescherm zijn aangebracht. Op het gebied van energiebesparing komen gevelkachels overeen met gashaarden.

○ energiebesparing

Zie gashaarden.



○ **voordelen**

- compensatie van koudeval en koudestraling van de gevel;
 - onafhankelijk van het ventilatiesysteem toe te passen;
 - vrijer woningontwerp mogelijk (geen leidingkokers);
 - vrijere kamerinrichting mogelijk vergeleken met gashaard;
- Zie verder gashaarden.

○ **nadelen**

- het laten uitmonden van rookgasafvoeren op de gevel is in de praktijk nauwelijks meer mogelijk door de grote hoeveelheid regels en bepalingen waaraan de constructie moet voldoen.
- bij renovatie vormt het maken van de geveldoorvoeren in met ornamenten bewerkte gevels een specifiek nadeel. De doorvoer tast het gevelbeeld aan en kan afdichtingsproblemen opleveren.



● **lokale verwarming; elektrische verwarming**

Electriciteit is 3 à 4 maal duurder dan gas. Elektrische verwarming wordt dan ook zelden toegepast voor grote ruimten. Bovendien betekent het gebruik hiervan een verzwaring van de elektrische huisinstallatie. Deze kan hier mogelijk niet op berekend zijn.

Elektrische verwarming wordt soms toegepast:

- als bijverwarming van badkamer of slaapkamers bij aanwezigheid van gashaarden of gevelkachels als hoofdverwarming;
- als naverwarming van door een WTW of passieve zonnënergie voorverwarmde ventilatielucht.

B. CENTRALE RUIMTEVERWARMING

Een centrale verwarmingsinstallatie is een installatie voor ruimteverwarming waarin de opgewekte warmte door middel van water, stoom of lucht geheel of ten dele door buizen of kanalen naar elders wordt gevoerd [bron: Gavo].

In cv-installaties kan onderscheid worden gemaakt op basis van verschil in:

- het verbrandingstoestel;
- het transportmedium en het daarmee samenhangende warmte-afgiftesysteem;

● **centrale verwarming; het verbrandingstoestel**

Verbrandingstoestellen onderscheiden zich:

- door de wijze waarop ze hun verbrandingslucht aangevoerd krijgen (open of gesloten systemen);
- door hun rendement;
- door de bestemming van de opgewekte warmte (alleen ruimteverwarming of ruimteverwarming en tapwaterverwarming).

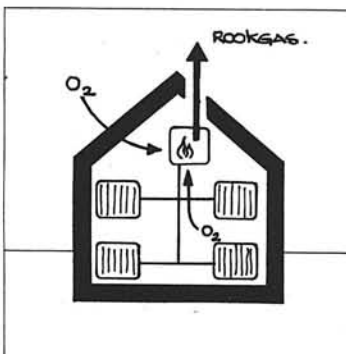
a. het verbrandingstoestel; de wijze van aanvoer verbrandingslucht

(Bij zowel open als gesloten systemen kan een warmteterugwinner op het systeem worden aangesloten wanneer de combinatie als geheel door het Gasinstituut is goedgekeurd.)

open systeem

Een open verbrandingstoestel onttrekt zijn verbrandingslucht aan de ruimte waarin het toestel staat opgesteld. De rookgasafvoer vindt plaats via een verticaal rookgaskanaal door middel van thermische trek.

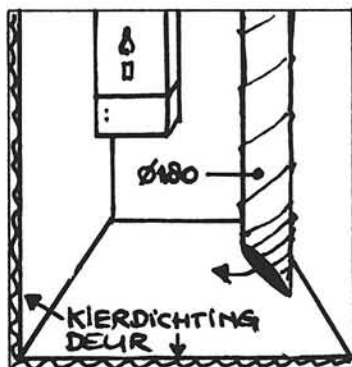
Een open verbrandingstoestel kan zowel in een gesloten opstellingsruimte als in een open opstellingsruimte staan. De verschillende situaties stellen echter ook verschillende eisen aan de ruimte.



een open toestel in een gesloten opstellingsruimte (cv-kast)

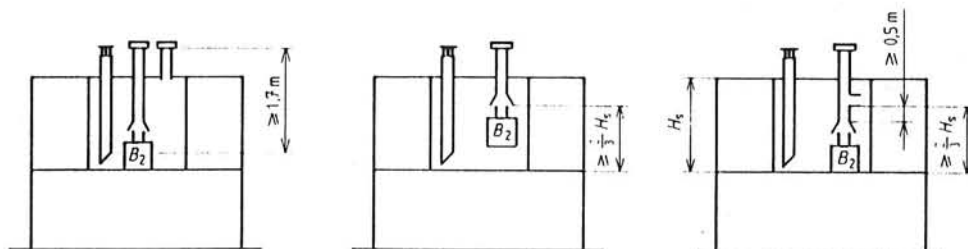
De opstellingsruimte moet zo zijn geconstrueerd en ingericht dat [bron: Gavo]:

- de ruimte luchtdicht is afgesloten van de aangrenzende ruimten;
- de toegangsdeur is uitgevoerd als zelfsluitende, rondom luchtdicht afsluitende deur;
- de toegangsdeur zich niet bevindt in woon-, slaap- of badruimte;
- de ruimtetemperatuur niet kan stijgen boven de 40°C;
- de bediening, het onderhoud en de reparatie naar behoren kunnen worden uitgevoerd;
- de kans op ontstaan van brand in de ruimte niet aanwezig is;
- bevroingsgevaar niet aanwezig is;
- de inhoud van de ruimte zo klein mogelijk is en ten hoogste 0,2 B m³ bedraagt (B = nominale belasting in Kw).
- de vloeren en wanden van de kast brandwerend zijn.



De cv-kast dient permanent belucht te worden door een beluchtingskanaal:

- De uitstroomopening van dit beluchtingskanaal moet zijn afgeschuind om verstopping te voorkomen;
- Het hoogteverschil tussen de uitstroomopening voor de luchttoevoer en de uitstroomopening voor de luchtafvoer moet minstens 1,7 m zijn.



De voordelen van dit systeem zijn dat elk ventilatiesysteem mogelijk is en de gebruiksveiligheid redelijk is gegarandeerd.

Het is een nadeel dat de woning moet zijn voorzien van een extra ruimte (beperking ruimte en ontwerprijheid).

een open toestel in een open opstellingsruimte (in een gesloten keuken of in de woonkamer als moederhaard*)

Open toestellen mogen alleen in een open opstellingsruimte staan als de volledige verbranding van de gassen steeds is gewaarborgd door voldoende luchttoevoer en voldoende afvoer van de verbrandingsgassen.

De ruimte moet zo zijn ingericht dat [bron: Gavo]:

- de ruimtetemperatuur niet kan stijgen boven 40°C;
- de bediening, reparatie en onderhoud naar behoren kunnen worden uitgevoerd;
- de kans op ontstaan van brand in de ruimte niet aanwezig is;
- bevroingsgevaar niet aanwezig is;
- de toestellen boven het maaiveld staan als de nominale belasting (B) groter is dan 130 kW.

De openingen voor de toevoer van verbrandingslucht moeten:

- niet afsluitbaar zijn;
- in verbinding staan met de buitenlucht; of
- in verbinding staan met aangrenzende ruimten waarin zich openingen bevinden waardoor lucht rechtstreeks van buiten kan toestromen.
- voorzien in een luchttoevoer groter dan of gelijk aan 5 x B m³/h

Er mag een ventilatietoestel zijn aangesloten op de enige luchtafvoeropening in de opstellingsruimte als:

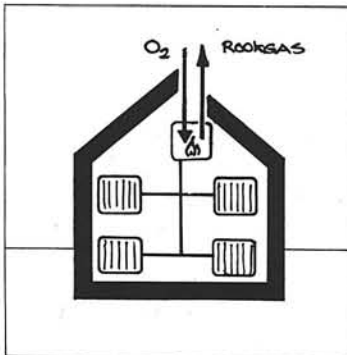
- bij het in werking zijn van het ventilatietoestel geen terugstroming van het af te voeren rookgas plaatsvindt;
- bij het buiten werking zijn van het ventilatietoestel een luchtaanvoer aanwezig is die een doortocht heeft van tenminste 120 cm²;
- bij een luchtafvoeropening die deel uitmaakt van een kanaal dit kanaal niet in open verbinding staat met andere ruimten.

Er zal een afweging gemaakt moeten worden tussen de combinaties mechanische afzuiging en gesloten verbrandingstoestellen of gebalanceerde ventilatie met WTW en de mogelijkheid "open" toestellen toe te passen.

*) moederhaard

Wanneer de schoorsteen in de woonkamer de enige mogelijke afvoer van verbrandingsgassen is en men toch het comfort van centrale verwarming in het hele huis wil hebben, kan gekozen worden voor een cv-haard met radiatoren. Soms wordt ook voor deze moederhaard gekozen vanwege de combinatie "gezelligheid" van het open vuur en comfort van de cv-installatie.

De moederhaard vormt een open verwarmingssysteem. Hiervoor gelden dezelfde eisen als voor de overige open systemen. Zij verwarmt de huiskamer via stralingswarmte en dient tegelijkertijd als cv-ketel voor de radiatoren. De woonkamer heeft dus het voordeel van snelle opwarming. De moederhaard is aanzienlijk duurder in aanschaf dan de gewone cv-ketel. Het gasverbruik komt op hetzelfde neer maar door de vereiste permanente toevoeropeningen is de moederhaard ongeschikt voor energiezuinige renovatie.



gesloten systeem

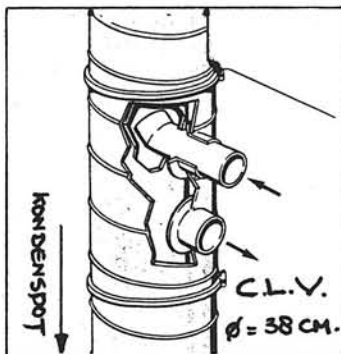
Een gesloten verbrandingstoestel onttrekt zijn verbrandingslucht via een kanaal direct van buiten. De verbrandingsluchttoevoer en rookgasafvoer vindt meestal geforceerd plaats.

Er is geen open contact tussen de verbrandingsruimte in het toestel en de ruimte waarin het toestel staat opgesteld. Het maakt dus ook niet uit of de laatste een open of gesloten ruimte is.

De laatste jaren is de gesloten cv-ketel sterk in opmars. Dit systeem heeft dan ook een groot aantal voordelen in vergelijking met een open systeem:

- het is onafhankelijk van het gekozen ventilatiesysteem;
- plaatsing is in elke ruimte mogelijk. (er zijn corrosiebestendige toestellen in de handel voor plaatsing in de badkamer en toestellen met vorstbeveiliging voor plaatsing in een uitpandige berging);
- de bouwkosten zijn minder hoog doordat de bouw van een aparte cv-kast achterwege kan blijven;
- de infiltratieverliezen blijven beperkt.

Bij plaatsing in een open ruimte moet de cv-ketel aan geluidseisen voldoen: ≤ 25 dB(A) in verblijfsruimten en ≤ 40 dB(A) in de overige ruimten.



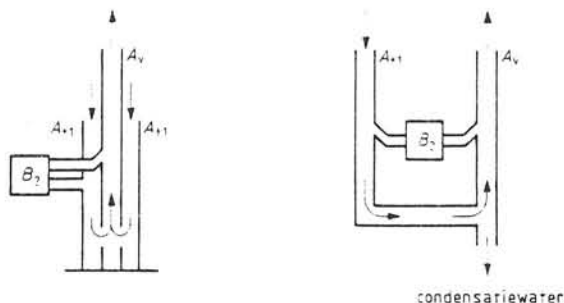
CLV-systeem [bron: Gavo]

Het is mogelijk de rookgasafvoer- en beluchtingskanalen van meerdere cv-ketels samen te voegen in één leidingsysteem: het Combinatie-Luchttoevoer-Verbrandingsgasafvoersysteem (CLV-systeem).

Hierop mogen alleen gesloten toestellen met ventilator zijn aangesloten. De nominale belasting (B) per toestel mag niet meer bedragen dan:

- 30 kW voor niet-HR-toestellen;
- 25 kW voor HR-toestellen.

De gemeenschappelijke luchttoevoer en de gemeenschappelijke afvoer van verbrandingsgassen mogen hetzij concentrisch hetzij afzonderlijk zijn aangebracht.



Per verdieping mogen meer toestellen zijn aangebracht.

b. het verbrandingstoestel; het rendement

Het begrip ketelrendement kan verschillende betekenissen hebben:

waterzijdig rendement: Wordt gemeten indien de ketel continu brandt. Dit "vol-last"rendement wordt vaak door de fabrikant opgegeven.

gebruiksrendement: Is het waterzijdig rendement gemeten over het stookseizoen (incl. stilstandsverliezen). Het gebruiksrendement is dus het waterzijdig rendement min twee à drie procent.

rookgaszijdig rendement: Is het door de installateur te meten rendement.

Elk rendement kent dan nog onderscheid tussen verbrandingswaarde op bovenwaarde of op onderwaarde.

bovenwaarde: geeft de warmtehoeveelheid aan die vrijkomt bij verbranding van 1 m³ gas, waarbij de warmte die vrijkomt door condensatie van de verbrandingsgassen wordt meegerekend (voor Slochterengas bedraagt de bovenwaarde 35,175 MJ/m³).

onderwaarde: geeft de warmtehoeveelheid aan die vrijkomt bij verbranding van 1 m³ gas, zonder rekening te houden met de warmte die vrijkomt door condensatie van de verbrandingsgassen (voor Slochterengas bedraagt de onderwaarde 31,65 MJ/m³.)

In deze handleiding wordt, indien niet anders vermeld, uitgegaan van waterzijdig rendement op bovenwaarde. Deze waarde staat sinds 1980 ook op alle nieuwe toestellen vermeld.

Sinds 1980 geldt voor een nieuwe ketel dat het waterzijdig ketelrendement op bovenwaarde groter dan 74% moet zijn. Door stilstands- en schakelverliezen ligt het gebruiksrendement bij ketels met grotere capaciteit dan voor de woning nodig is, bijna altijd lager dan het opgegeven rendement. Dit geldt ook voor ketels met een instelbare capaciteit.

Verbrandingsketels zijn op basis van hun rendement te onderscheiden in:

- conventionele ketels;
- conventionele ketels met verbeterd rendement (VR-ketels);
- hoog-rendementsketels (HR-ketels).

conventionele ketels

(waterzijdig rendement 74-77%)

Van een conventionele ketel wordt gesproken wanneer de rookgasafvoer gebaseerd is op thermische trek. Op deze manier gaat 15 tot 20 procent van de primair toegevoegde energie door de schoorsteen verloren.

De investering voor de ketel bedraagt circa f 2100,-.

conventionele ketels met verbeterd rendement (VR-ketels)

(waterzijdig rendement 80-88%)

Het rendement van een conventionele ketel is door het treffen van enkele maatregelen verder op te voeren. We spreken van VR-ketels als:

- de ketel beter is geïsoleerd en dus minder stilstandsverliezen heeft;
- de luchttoevoer beter is geregeld waardoor het gas-luchtmengsel verbeterd (gasbesparing circa 3%);
- een betere warmtewisselaar is toegepast.

Een ketel met een rendement hoger dan 82% stelt extra eisen in verband met de condensvorming van de rookgassen. Deze rookgassen worden, afhankelijk van de lengte van het rookgaskanaal, te sterk afgekoeld en condenseren dientengevolge.

Door andere maatregelen kan het gebruiksrendement verder worden opgevoerd. De maatregelen:

- toepassing van modulerende branders;
- toepassing van weersafhankelijke regeling van de keteltemperatuur door middel van een buitenthermostaat.
- toepassing van een tijdklok met nachtverlaging;
- toepassing van een waakvlamloze uitvoering (electronische ontsteking). De besparing hierdoor bedraagt 70-150 m³ gas/woning/jaar. (Op deze wijze is een gebruiksrendement van 85% haalbaar).
- pompschakeling aanbrengen (als de branders uitgaan schakelt de circulatiepomp uit wanneer de watertemperatuur een bepaald niveau heeft bereikt). De elektriciteitsbesparing bedraagt 70%.



De kosten van een optimale VR-ketel liggen tussen f 2800,- en f 3200,- inclusief montage.

hoog-rendementsketels (HR-ketels)

(rendement 90-92%)

Door de rookgassen verder af te koelen en de warmte te benutten kan het rendement nog verder worden verhoogd. We spreken dan van een HR-ketel.

De rookgassen worden regelmatig tot onder het dauwpunt afgekoeld waardoor extra voorzieningen voor condensafvoer en rookgasafvoer zijn vereist. Het condensaat kan door middel van een condenspot op het riool worden geloosd. Inspectiemogelijkheden en beveiligingen zijn vereist.

De HR-ketel kent een aantal beperkingen:

- door condensatiegevaar is het gebruik van bestaande schoorstenen af te raden;
- HR-ketels worden alleen met een grote capaciteit geleverd. De capaciteit is niet aan de woning aan te passen;
- de investeringskosten van de HR-ketel zijn (inclusief extra installatiekosten) ongeveer tweemaal zo hoog als die van een conventionele ketel: f 4200,-.
- het systeem vraagt in vergelijking met een conventionele ketel hogere onderhoudskosten (circa f 20,- meer per jaar) vanwege de inspectie van de rookgasafvoer en rookgasventilator.

c. de bestemming van de opgewekte warmte

De door het verbrandingstoestel opgewekte warmte wordt óf alleen voor ruimteverwarming gebruikt óf voor ruimte- en tapwaterverwarming. In het laatste geval is het verbrandingstoestel uitgebreid met een tapspiraaf of via een driewegklep gekoppeld aan een indirect verwarmde boiler. Zo ontstaat de zogenaamde "combiketel". Zie verder "individuele tapwatervoorziening".

● **centrale verwarming; het transportmedium en het warmte-afgiftesysteem**

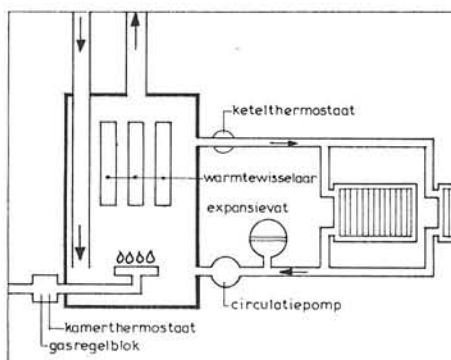
Het transportmedium waarmee de in de ketel opgewekte warmte naar het warmteafgiftesysteem wordt gebracht kan bestaan uit water, lucht of een combinatie van water en lucht.

Verskillende combinaties transportmedium en warmte-afgiftesysteem zijn mogelijk:

transportmedium	warmte-afgiftesysteem
water	- radiatorenverwarming - vloerverwarming - combinatie radiatoren/convectoren - combinatie radiatoren/vloerverwarming
lucht	- luchtverwarming (direct of indirect)

a. water

Een cv-installatie met water als transportmedium werkt als volgt:



Nadat het water in de ketel is verwarmd door de brander wordt het door de pomp naar het warmte-afgiftesysteem gepompt. Deze geeft de warmte af en het afgekoelde water stroomt weer terug naar de ketel. Er is een expansievat om het extra volume op te vangen, dat ontstaat doordat water bij verwarmen uitzet. Een regeling schakelt de brander op tijd in en uit. De pomp verbruikt circa 200 kWh/jaar [bron 54].

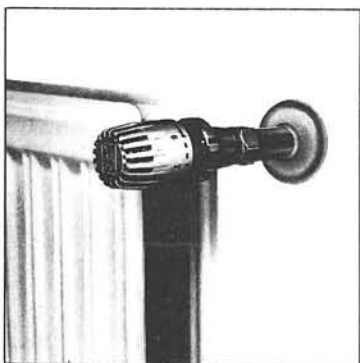
radiatorenverwarming

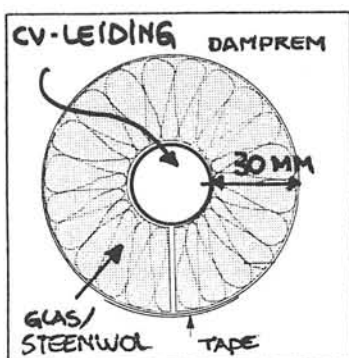
In de huidige renovatiepraktijk wordt meestal voor dit warmte-afgiftesysteem gekozen.

Globaal zijn er twee soorten radiatoren: paneelradiatoren en ledenradiatoren. Paneelradiatoren zijn de moderne platte radiatoren die uit één of meer panelen bestaan. De voorzijde geeft stralingswarmte af. Door de keuze van het aantal panelen is het aandeel van convectie te beïnvloeden. Vaak zijn tussen de panelen nog ribben aangebracht om de afgifte door convectie verder te verhogen.

Ledenradiatoren werden vooral vroeger veel gebruikt. Doordat ze dikker zijn dan paneelradiatoren nemen ze meer ruimte in beslag. Ze geven meer convectiewarmte af en minder straling. Ook ledenradiatoren zijn er in vele uitvoeringen.

De meest gekozen plaats voor radiatoren is onder het raam. Hier compenseren ze de koudestraling. Het is van belang de vensterbank over de radiatoren te laten heensteken en de gordijnen op de vensterbank te laten hangen. Hierdoor wordt de warme lucht gedwongen de kamer in te gaan en kan niet achter het gordijn blijven hangen zodat het verlies bij de ramen beperkt blijft. Bij zeer goed geïsoleerde gevels kan de radiator ook op andere plaatsen in het vertrek worden geïnstalleerd.





○ energiebesparing

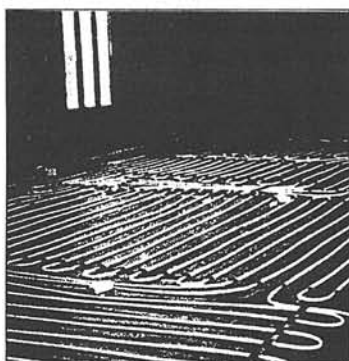
- Doordat de installatie eenvoudig te bedienen is, zijn bewoners na voorlichting snel geneigd nachtverlaging of verlaging bij afwezigheid toe te passen.
- Voor een energiezuinig functioneren is het van belang dat de afmetingen en de capaciteit van de radiatoren door een adviseur, conform de geldende voorschriften, worden vastgesteld.
- Door de ketel zo dicht mogelijk bij de te verwarmen ruimten te plaatsen (centraal in de woning), blijft het leidingverlies beperkt.
- Om energieverlies en ongewenste verwarming te voorkomen moeten de leidingen zo veel mogelijk worden geïsoleerd. Zeker wanneer de leidingen zich buiten de isolatieschil (bijvoorbeeld in de kruipruimte) bevinden.

○ voordelen

- Bij toepassing van een individueel verwarmingssysteem is radiatorenverwarming bij woningen met meer dan drie warmte-afgiftepunten het goedkoopst in aanleg en gebruik.
- Radiatorenverwarming vormt een redelijk snel reagerend systeem, dat goed past bij warmtebijdragen door benutting van zonneënergie.
- Bij de installatie kan voor meer luxe worden gekozen. Bijvoorbeeld door de aanschaf van een klokthermostaat, radiatorthermostaten, een weersafhankelijke regeling of andere verfijningen.

○ nadelen

- De installatie beperkt in enige mate de inrichtingsvrijheid.



vloerverwarming

Vloerverwarming is een luxe variant van de gangbare cv-installaties. In de vloer is een kunststof buizenstelsel aangebracht waardoor warm water stroomt. Zo ontstaat een aangenaam warme vloertemperatuur.

Goede vloerisolatie vormt voor vloerverwarming een voorwaarde. Het systeem reageert traag waardoor meestal een tweede verwarmingssysteem wordt toegevoegd. De opwarmtijd is erg lang zodat nachtverlaging nauwelijks mogelijk is. Het gasverbruik is dientengevolge hoog.

Vloerverwarming vormt in de hoog-niveau-renovatie een weinig toegepast systeem. Vanwege gewichtsbepanking worden weinig steenachtige vloeren aangelegd. Soms worden steenachtige vloeren op de begane grond toegepast. De relatief hoge aanlegkosten vormen een tweede verklaring voor het ontbreken van vloerverwarming in de sociale woningbouw.

combinatie radiatoren/convectoren

Wanneer stralingswarmte niet is gewenst, bijvoorbeeld voor een deur naar buiten, kan een convector uitkomst bieden. Dit toestel verwarmt met lamellen de lucht en brengt een warme luchtstroom de kamer in.

○ energiebesparing

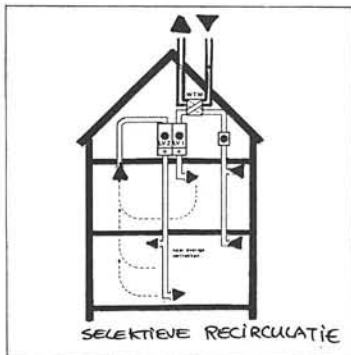
Het rendement van de cv-ketel wordt met de convector lager omdat deze met een vrij hoge watertemperatuur werkt.

○ voordelen

De convector neemt minder ruimte in dan een radiator.

○ nadelen

De lamellen kunnen door stof worden bedekt waardoor de warmte-afgifte minder wordt en er luchtjes kunnen ontstaan.



selectieve recirculatie:

Bij selectieve recirculatie wordt geventileerd en verwarmd in twee zone's met twee kwaliteiten lucht. De slaapkamers krijgen via de WTW-unit verwarmde buitenlucht toegevoerd. Deze lucht wordt na passeren van een slaapkamer gerecirculeerd via het installatiedeel dat zorgt voor de ventilatie en verwarming van woonkamer, keuken, badkamer en hal.

Voor beide zone's wordt een aparte thermostaat als regeling toegepast.

Speciaal voor de energiezuinige bouw zijn nieuwe installaties ontwikkeld. Deze kunnen aparte kanalen hebben voor ventilatie- en verwarmingslucht die zijn aangesloten op een speciaal uitblaasrooster. Afhankelijk van de stand van het rooster wordt koude of warmere lucht uitgeblazen. Ook kan de installatie aparte branders hebben voor de verschillende delen van het huis, die elk met een eigen thermostaat worden ingesteld. Bij deze installaties is de hoeveelheid ventilatielucht vaak nog apart te regelen [bron: warmwonen].

Het is zowel mogelijk de lucht centraal (in de kern van het huis) als decentraal (langs de gevels) in te blazen.

Centrale inblaas vereist goed geïsoleerde woningen.

○ energiebesparing

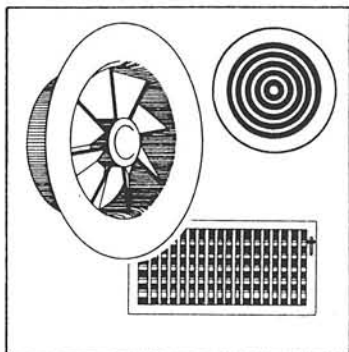
- Als een woning goed is geïsoleerd en kierdicht is gemaakt, kan het energieverbruik van luchtverwarming gelijk zijn aan het energieverbruik van radiatorenverwarming.
- Het energieverbruik van de ventilatoren van luchtverwarming zonder WTW is circa 700-800 Kwh/jr. Dit verbruik ligt iets hoger dan het verbruik van de circulatiepomp en de verbrandingsgasventilator bij radiatorenverwarming en de mechanische ventilatie samen (450 kWh/jaar).
- Door het systeem te koppelen aan een warmteterugwinner (WTW) wordt veel energie bespaard en worden comfortproblemen door tocht beperkt.
- De combinatie van luchtverwarming met WTW is niet alleen energiezuinig maar brengt tevens verwarming en ventilatie in één toestel samen.

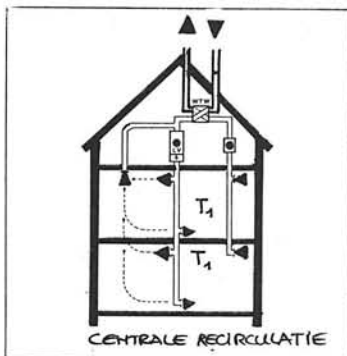
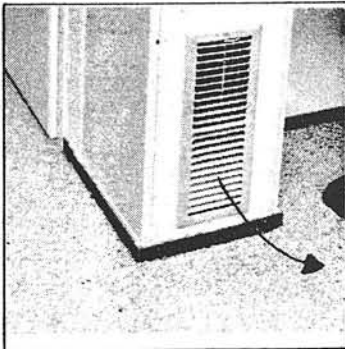
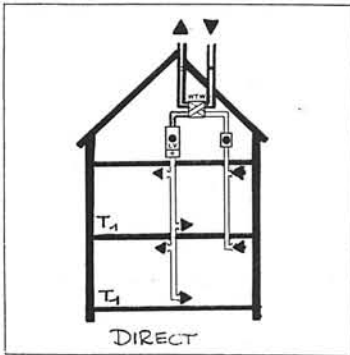
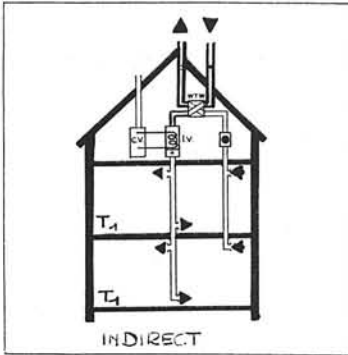
○ voordelen

- Luchtverwarming vereist nauwelijks ruimte in de vertrekken.
- Luchtverwarming kan in de zomer als beperkte ventilatie functioneren.
- De opwarmtijd kan zeer kort zijn.
- De temperatuur in het woonvertrek is nauwkeurig te regelen.
- De temperatuurgradiënt is beter dan bij radiatorenverwarming en lokale verwarming.
- De investering voor een luchtverwarmingsinstallatie is gelijk of lager dan voor een cv-installatie met radiatoren, WTW en mechanische ventilatie.

○ nadelen

- Door onzorgvuldige plaatsing van de roosters kan tocht en vuilafzetting rond de roosters ontstaan. De roosters dienen in het woongedeelte zowel hoog als laag te worden aangebracht.
- Bij één-zone-systemen is de temperatuur, behalve in de woonkamer, moeilijk te regelen. Meer uitgebreide systemen leveren echter betere regelmogelijkheden op dan radiatorenverwarming.
- Luchtverwarming geeft grote kans op geluidshinder. Het leidingsysteem zal doordacht moeten worden aangebracht en mogelijk worden uitgevoerd met geluiddempende voorzieningen.
- Het benodigde leidingsysteem is moeilijker in te passen dan het leidingsysteem bij radiatorenverwarming.
- De planning dient liefst bij het schetsontwerp te starten vanwege de benodigde ruimte voor het kanalenstelsel.





b. lucht

Lucht kan op twee verschillende wijzen worden verwarmd: indirect of direct. (Ter verduidelijking wordt hier ook de werking het toestelsysteem van luchtverwarming uitgelegd.)

indirect:

De indirect gestookte luchtverhitter krijgt zijn warmte van een normale cv-ketel. Het warme water van de cv-ketel verwarmt dan via een warmtewisselaar de lucht in de luchtverhitter.

direct:

De direct gestookte luchtverhitter heeft een eigen gasbrander die via een warmtewisselaar de lucht verwarmt. Sommige branders hebben een aan/uit-regeling maar er zijn er ook waarbij de vlamhoogte thermostatisch wordt afgestemd op de warmtebehoefte. Ook zijn er luchtverhitters met aparte branders voor verschillende gedeelten van het huis (2- of meerzone toestellen). De luchtverhitter wordt meestal in een aparte ruimte geplaatst en zuigt de verbrandingslucht van buitenaf aan of uit de woning. De stookruimte moet voldoende worden geïsoleerd in verband met geluidsoverlast.

luchtverwarming

Gebalanceerde mechanische ventilatie vormt eigenlijk de basis van de moderne luchtverwarming. Wanneer voor dit ventilatiesysteem wordt gekozen ligt op het eerste gezicht de keuze voor luchtverwarming voor de hand. Er moet alleen een naverwarmer worden geplaatst. Dit is echter niet zo eenvoudig als het klinkt. Het brengt een aantal consequenties met zich mee:

- grotere luchthoeveelheden;
- extra kanalen;
- meerdere zones (afhankelijk van het systeem);
- voorzieningen voor de recirculatielucht;
- meer ventilatoren (afhankelijk van het systeem);
- strengere bouwkundige randvoorwaarden om luchtverwarming rendabel en comfortabel toe te kunnen passen (dit geldt overigens ook voor WTW-installaties).

Luchtverwarming stelt dus zoveel eisen aan een woning dat het systeem bij bestaande woningbouw nauwelijks haalbaar is. Indien men toch besluit voor dit systeem te kiezen moet een met de materie vertrouwde adviseur of installateur worden ingeschakeld. Bij nieuwbouw wordt het systeem steeds vaker toegepast.

het principe

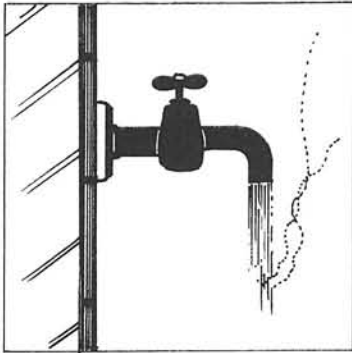
De door de luchtverhitter verwarmde lucht wordt met ventilatoren via kanalen en inblaasroosters in de kamers gebracht. De afgekoelde lucht wordt weer via spleten onder de deuren of via een apart kanalenstelsel naar de luchtverhitter teruggevoerd. De retourlucht passeert een stoffilter, wordt weer verwarmd en weer teruggevoerd in de woning. De lucht uit badkamer, keuken en toilet verdwijnt rechtstreeks of via een warmte-terugwin-eenheid naar buiten. Daarvoor in de plaats zuigt de luchtverhitter verse lucht rechtstreeks van buiten of via de WTW aan.

De lucht kan op verschillende wijze over de woning worden verdeeld:

centrale recirculatie:

Bij centrale recirculatie wordt de gehele woning verwarmd en geventileerd met één kwaliteit lucht. Verse buitenlucht wordt met recirculatielucht vermengd en ingeblazen in woon- en slaapkamers.

De temperatuur van de woonkamer wordt ingesteld met een kamerthermostaat. De temperatuur in de overige vertrekken wordt geregeld door het openen en dichtzetten van het inblaasrooster. Dat is echter maar beperkt mogelijk omdat het dichtzetten van teveel luchtroosters de luchtstroming in andere vertrekken beïnvloedt.



8.3.3. individuele tapwatervoorziening

Dertig procent van het totale gasverbruik in een goed geïsoleerde woning komt voor rekening van de warm-tapwatervoorziening. In een driekamerwoning (1,5 persoon) gebruiken de bewoners gemiddeld 50 liter water per dag van 60°C. De minimale watertemperatuur in leidingen en het voorraadvat bedraagt, vanwege de veteranen ziekte, 60°C.

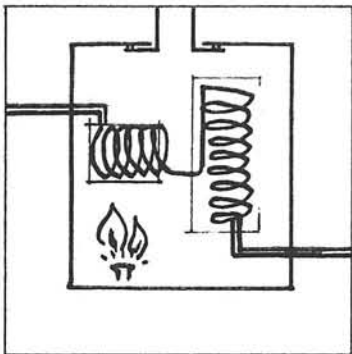
Hoeveel gas voor de verwarming van water wordt gebruikt hangt af van:

- het rendement van het verbrandingstoestel;
- de leiding- en stilstandsverliezen;
- de capaciteit van de installatie;
- de omvang van de sanitaire installatie;
- het aantal bewoners en het bewonersgedrag;
- de tapdrempel (het aantal liters dat getapt moet worden, voor het toestel aanslaat).

Voor de gebruikers zijn de watertemperatuur, het tapdebiet (aantal liters/min.), de wachttijd en de onderlinge beïnvloeding van de tappunten van belang.

Energiebesparing op warm tapwater is mogelijk door toepassing van een aantal maatregelen die, onafhankelijk van het gekozen verwarmingstoestel, kunnen worden toegepast:

- het verwarmingstoestel plaatsen in de buurt van tappunten;
- een douche in plaats van een bad aanbrengen (een bad verbruikt driemaal zoveel water als een douche);
- een waterbesparende douchekop plaatsen;
- doorstroombegrenzers op de tappunten aanbrengen.



Bij de toestelkeuze dient, uit energiebesparingsoogpunt, voor een toestel met een lage of geen tapdrempel gekozen te worden. Er zijn een aantal warmte-opwekkingssystemen mogelijk:

- doorstroomtoestellen (geisers);
- voorraadtoestellen (boilers);
- cv-ketels met warmwatervoorziening (combiketels).

Zie voor een kosten/baten-analyse het onderstaande overzicht [bron 20]:

toesteltype	tapdebiet	investering	stookkosten/jr	onderhoud
doorstroomtoestel:				
keukengeiser	2,5 l/min	f 650,- (+ f 650,- bwk)	f 150,-	f 45,-
badgeiser	5 l/min	f 1250,- (+ f 650,- bwk)	f 200,-	f 45,-
voorraadtoestel:				
gasboiler	10-12 l/min	f 1250,- (+ f 650,- bwk)	f 250,-	f 45,-
indirect gestookte boiler	10-12 l/min	f 1300,-	f 210,-	f 30,-
electrische boiler	10-12 l/min	f 1050,-	f 420,-	f 30,-
zonneboiler	7-12 l/min	f 3100,-	f 80,-/f 100,- (excl. bijverwarming)	f 55,-
combiketels:				
(= met tapspiraal)	5- 7 l/min	f 900,-	f 200,-	f 40,-

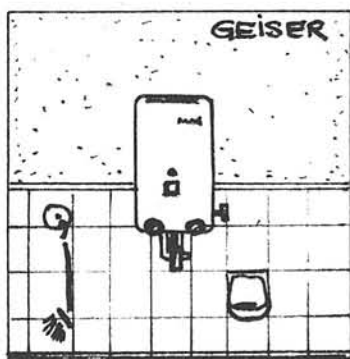
A. DOORSTROOMTOESTELLEN

Bij doorstroomtoestellen wordt koud water door middel van een brander verwarmd. Het warme water wordt meteen daarna aan de gebruiker/tappunt geleverd. Doorstroomtoestellen (of geisers) zijn in bijna alle gevallen open verbrandingstoestellen en moeten aan de eisen van de Gavo voldoen. Zie hoofdstuk "open verbrandingstoestellen in open ruimten". De toestellen hoeven echter niet te zijn aangesloten op een afvoerkanaal wanneer [bron: Gavo]:

- hun nominale belasting lager is dan 13 kW;
- ze zijn voorzien van een atmosfeerbeveiliging;
- ze zijn geplaatst in een keuken, bijkeuken of bergkeuken die niet wordt gebruikt voor douchen en die niet in directe verbinding staat met een badruimte;
- ze zo zijn geïnstalleerd dat de atmosfeerbeveiliging zich op tenminste 1,2 m boven de vloer bevindt. De voorkeur gaat echter uit naar aansluiting op een afvoerkanaal.

Zie verder het hoofdstuk over open/gesloten gastoestellen.

Doorstroomtoestellen zijn te onderscheiden in keuken- en badgeisers.



● keukengeiser

○ energiebesparing

Van alle mogelijke tapwatersystemen verbruiken de keukengeiser en de zonneboiler de minste energie. Door voor een geiser zonder waakvlam te kiezen kan het verbruik nog verder worden verlaagd.

○ voordelen

De keukengeiser is van alle mogelijke tapwatersystemen het goedkoopst.

○ nadelen

De capaciteit van de keukengeiser is onvoldoende. De bewoner wenst meer comfort dan de huidige keukengeiser levert.

● badgeiser

De badgeiser voldoet aan dezelfde beschrijving als de keukengeiser. Het tapdebiet is echter groter en een badgeiser moet dus gekozen worden wanneer men meer comfort wil, de woning groter is of een bad aanwezig is.

○ energiebesparing

Het energieverbruik ligt circa 10 m³ gas/jaar hoger dan bij de keukengeiser. Door toepassing van een waakvlamloze geiser wordt dit verlies gehalveerd maar hierdoor wordt de wachttijd langer.

○ voordelen

Het systeem heeft een groter tapdebiet dan de keukengeiser en wordt meestal uitgevoerd met een modulerende brander waardoor de watertemperatuur onafhankelijk van de tapsnelheid is.

○ nadelen

Het systeem heeft een hoge tapdrempel.



B. VOORRAADTOESTELLEN

Bij voorraadtoestellen wordt het water verwarmd en vervolgens tot gebruik opgeslagen in een geïsoleerd vat.

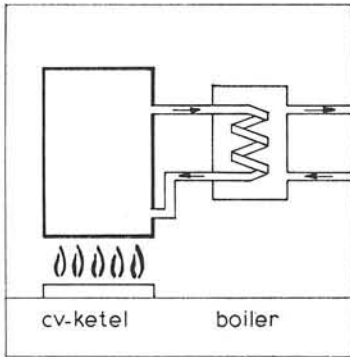
Voorraadtoestellen zijn te onderscheiden in gasgestookte boilers, elektrische boilers en zonneboilers.

● gasgestookte boilers

Bij gasgestookte boilers wordt het water door middel van een brander verwarmd. Dit verwarmen kan direct of indirect plaatsvinden.

direct:

De brander bevindt zich in het voorraadvat.



indirect:

(een indirect gestookte boiler).

Bij dit systeem wordt in een voorraadvat water op temperatuur gehouden dat door de verwarmingsketel is verwarmd. De ketel is voorzien van een besturing die tapwaterverwarming voorrang geeft boven woningverwarming.

Dit systeem kan worden gecombineerd met benutting van zonneënergie. Door een HR-ketel toe te passen wordt het energieverbruik beperkt. Dit systeem is ook hier echter nog niet rendabel.

○ **energieverbruik**

Het energieverbruik bedraagt circa 100 m³ gas/jaar meer dan bij een badgeiser.

○ **voordelen**

Een boiler heeft een veel groter tapdebiet dan een geiser en biedt daardoor meer comfort. De gasboiler kan in een waakvlamloze uitvoering worden aangeschaft.

○ **nadelen**

Het systeem is duurder dan de hiervoor genoemde systemen.

● **electrische boiler**

Bij elektrische boilers wordt het water door middel van electriciteit verwarmd.

○ **energiebesparing**

Doordat electriciteit veel duurder is dan gas kost een elektrische boiler ruim drie keer zoveel aan energie als een keukengeiser. Er kan een aanzienlijke financiële besparing worden bereikt door de elektrische boiler 's nachts op nachtstroom het water te laten verwarmen. De boiler kan dan van een klok worden voorzien die, bij extra behoefte, een bepaalde tijd voor het gebruik van warm water moet worden omgedraaid om het water opnieuw te verwarmen. Dit gaat echter wel ten koste van het comfort.

○ **voordelen**

Aan een elektrische boiler worden geen eisen met betrekking tot de ventilatie en de verbrandingsgasafvoer gesteld. Daardoor kan deze boiler dicht bij de tappunten worden geplaatst.

○ **nadelen**

Electrische boilers zijn alleen via een extra handeling na bepaalde tijd opnieuw op temperatuur te krijgen.

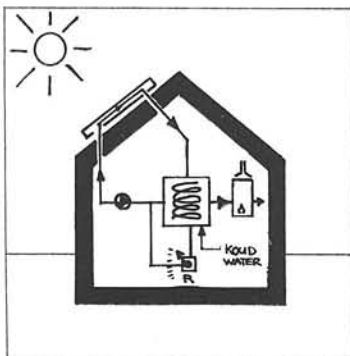
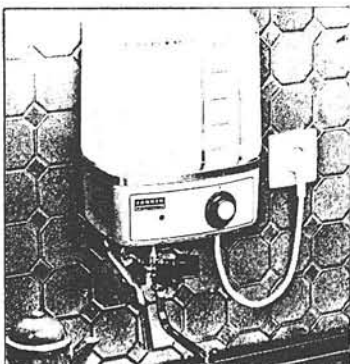
● **zonneboiler**

Bij een zonneboiler wordt zonnewarmte opgevangen met behulp van een lucht- of vloeistofcollector. Door middel van warmtewisselaars wordt de zonnewarmte van het transportmedium overgedragen aan het tapwater. (zie hoofdstuk 4.2. en 7.2.) Het warme water wordt opgeslagen in een groot vat (150-250 l. voor één huishouden).

De zonneboiler moet worden aangevuld met een naverwarmingstoestel om het voorverwarmde water op de juiste temperatuur te krijgen. Een normale keukengeiser is hiervoor niet geschikt. Deze kan geen water met een hoge temperatuur verwerken. Een voorraadtoestel komt het meest in aanmerking. Sommige fabrikanten leveren de zonneboiler geïntegreerd met een gewone boiler.

○ **energiebesparing**

In Nederland kan de zonneboiler 40 tot 50 % in de warm-tapwaterbehoefte voorzien. Hierdoor kan een besparing van 40 tot 50% op het verbruik worden gehaald. Het voordeel van tapwaterverwarming met zonnewarmte, in tegenstelling tot ruimteverwarming met zonnewarmte, is dat tapwater ook in de warme periode van het jaar verwarmd moet worden. Alle beschikbare zonneënergie kan dus worden benut.



○ **voordelen**

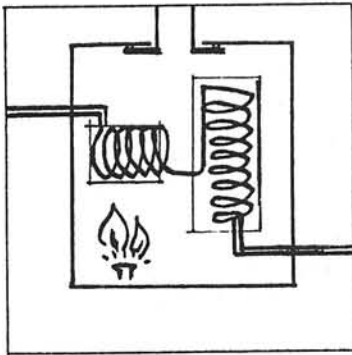
Zie energiebesparing.

○ **nadelen**

Het systeem is op dit moment zonder subsidie niet rendabel. De overheid voorziet echter in een subsidie van 40% van de gemaakte kosten. Tot het systeem rendabel is, kan alvast met de richting van de dakvlakken en ruimte voor het voorraadvat rekening worden gehouden.

● **warmtepompboiler**

Deze betreft zijn warmte bijvoorbeeld uit de afvoerlucht.



C. **COMBIKETELS**

De cv-ketel is eenvoudig te combineren met de warmwatervoorziening door toevoeging van een ingebouwde tapspiraal. Ook zijn er combiketels in de handel die zijn gebaseerd op het doorstroomprincipe waardoor de stilstandsverliezen worden beperkt.

○ **energiebesparing**

Het energieverbruik is iets lager dan dat van de badgeiser en hetzelfde verwarmingssysteem omdat er één waakvlam minder is.

Door voor een waakvlamloos model te kiezen kan tijdens de zomer circa 10 m³ gas worden bespaard.

○ **voordelen**

- Er zijn geen extra kosten voor beluchting, rookgasafvoer en plaatsingsruimte nodig.
- Het systeem is meestal voorzien van een modulerende inregelbaarheid waardoor de capaciteit aan de vraag kan worden aangepast.
- Sommige systemen hebben geen of een minimale tapdrempel.

○ **nadelen**

- Mogelijk matig rendement in de zomer.

8.4.

samenvatting

ALGEMEEN

- Dit hoofdstuk wil een overzicht bieden van hetgeen op installatiegebied mogelijk is en de consequenties en voor- en nadelen van de verschillende systemen op een rijtje zetten.
- Oorspronkelijk bevonden zich in vrijwel alle vooroorlogse gestapelde woningen een natuurlijk ventilatiesysteem dat functioneert door winddrukverschillen, kieren en klepramen en thermische trek. De keuken en het toilet waren meestal voorzien van een natuurlijk ventilatie-afvoerkanaal. De woonkamer en soms ook een slaapkamer werden verwarmd door een schoorsteengebonden gashaard (voormalige kolen- of oliegestookte haard). En in de keuken hing een geiser, al dan niet met rookgasafvoer, voor het warme tapwater.
- Bij hoog-niveau-renovatie wordt als ventilatievoorziening meestal een mechanische afzuiginstallatie gekozen die de keuken, de douche en de toiletruimte afzuigt. Voor ruimteverwarming valt de keuze meestal voor de tapwaterverwarming zorg draagt. Dit systeem wordt geregeld met een kamerthermostaat. De voorkeur blijkt uit te gaan naar een gesloten verbrandingstoestel.

COLLECTIEVE INSTALLATIESYSTEMEN

- Collectieve installatiesystemen zijn installatiesystemen waarbij de installaties voor meer dan één woning de verwarming van ruimte en tapwater en de ventilatie regelen.
- Collectieve mechanische ventilatie wordt meestal per travee of per twee traveeën in een woningblok uitgevoerd.
Het elektrische energieverbruik is gelijk aan dat van een individueel systeem; het thermisch energieverbruik is groter. Door het systeem te koppelen aan een warmte-terugwin-unit of een zonbenutter kunnen ook besparingen worden bereikt.
- Collectieve verwarmingssystemen kunnen worden onderscheiden in blok- en stadsverwarming (meerdere blokken).
De systemen kunnen worden gekoppeld aan een HR-ketel, een warmtekrachtcentrale of een warmtepomp waardoor energie wordt bespaard.
- Zowel bij blokverwarming als bij stadverwarming kan ook het tapwater collectief worden geleverd door middel van een centraal geplaatste boiler of een doorstroomtoestel. Deze systemen kunnen worden gekoppeld aan een zonne-boiler. Vaak kan 40 tot 50% van de tapwaterbehoefte met een zonneboiler rendabel worden gedekt.

INDIVIDUELE SYSTEMEN

- Individuele installatiesystemen zijn installatiesystemen waarbij de installaties voor één woning de verwarming van ruimte en tapwater en de ventilatie regelen.
- Bewuste individuele ventilatie wordt onderscheiden in natuurlijke en mechanische ventilatie.
Natuurlijke ventilatie vindt plaats door openingen in de woningschil. Om voldoende te kunnen ventileren moeten de verschillende vertrekken van bepaalde openingen zijn voorzien. In de praktijk blijkt volledige natuurlijke ventilatie bijna altijd comfortproblemen met zich mee te brengen. Wanneer de keuken is voorzien van een afzuigkap met ventilator kan een redelijk comfort worden bereikt.
- Bij individuele mechanische ventilatie kan onderscheid worden gemaakt tussen mechanische afvoer en natuurlijke aanvoer van lucht en mechanische aanvoer en mechanische afvoer van lucht (= gebalanceerde mechanische ventilatie). Het eerste vormt de "standaard"-oplossing bij renovatie. Het tweede systeem is gekoppeld aan een WTW-installatie waarmee een hoeveelheid warmte uit de afgezogen lucht en/of rookgassen wordt teruggewonnen. Via een zonbenutter kan de ventilatielucht worden voorverwarmd.
- Bij de ruimteverwarmingssystemen valt een onderscheid te maken tussen lokale en centrale verwarming.
Een lokaal ruimteverwarmingssysteem is een verwarmingssysteem waarvan de warmte op dezelfde plaats aan de omgeving wordt afgestaan als waar hij wordt opgewekt.
Er bestaan een aantal vormen van lokale ruimteverwarming:
gashaarden, gevelkachels en elektrische verwarming.
Electrische verwarming is erg duur in gebruik. Tot 2 à 3 toestellen zijn de overige systemen goedkoper dan centrale verwarming.
- Een centrale verwarmingsinstallatie is een installatie voor ruimteverwarming waarin de opgewekte warmte door middel van water, stoom of lucht geheel of ten dele door buizen of kanalen naar elders wordt gevoerd. In cv-installaties kan onderscheid worden gemaakt op basis van verschil in het verbrandingstoestel, het transportmedium en het daarmee samenhangende warmte-afgiftesysteem.
- Verbrandingstoestellen onderscheiden zich door de wijze waarop ze hun verbrandingslucht aangevoerd krijgen (open of gesloten systemen), door hun rendement

en door de bestemming van de opgewekte warmte (alleen ruimteverwarming of ruimteverwarming en tapwaterverwarming).

- Een open verbrandingstoestel onttrekt zijn verbrandingslucht aan de ruimte waarin het toestel staat opgesteld. Een gesloten verbrandingstoestel onttrekt zijn verbrandingslucht via een kanaal direct van buiten. Het is mogelijk de rookgasafvoer- en beluchtingskanalen van meerdere ketels samen te voegen in één leidingsysteem: het Combinatie-Luchttoevoer- Verbrandingsgasafvoersysteem (CLV-systeem).
- Het begrip ketelrendement kan betrekking hebben op het waterzijdig rendement, het gebruiksrendement of op het rookgaszijdig rendement. Elk rendement kent dan nog onderscheid tussen verbrandingswaarde op bovenwaarde of op onderwaarde.
- Verbrandingsketels zijn op basis van hun rendement te onderscheiden in conventionele ketels, conventionele ketels met verbeterd rendement (VR-ketels) en hoogrendementsketels (HR-ketels).
- Het transportmedium waarmee de in de ketel opgewekte warmte naar het warmteafgiftesysteem wordt gebracht kan bestaan uit water, lucht of een combinatie van water en lucht. Het warmteafgiftesysteem kan bestaan uit radiatoren, luchtroosters, convectoren, vloerverwarming of een combinatie hiervan.
- Dertig procent van het totale gasverbruik in een energiezuinige woning komt voor rekening van de warm-tapwatervoorziening. Voor de gebruikers zijn de watertemperatuur, het tapdebiet (aantal liters/min.), de wachttijd en de onderlinge beïnvloeding van de tappunten van belang.
Er zijn een aantal warmte-opwekkingssystemen mogelijk: doorstroomtoestellen (geisers); voorraadtoestellen (boilers) en cv-ketels met warmwatervoorziening (combiketels).
- Bij doorstroomtoestellen wordt koud water door middel van een brander verwarmd. Het warme water wordt meteen daarna aan de gebruiker geleverd. Doorstroomtoestellen (of geisers) zijn in bijna alle gevallen open verbrandingstoestellen. Ze zijn te onderscheiden in keuken- en badgeisers.
- Bij voorraadtoestellen wordt het water verwarmd en vervolgens tot gebruik opgeslagen in een geïsoleerd vat.
Voorraadtoestellen zijn te onderscheiden in gasgestookte boilers, elektrische boilers, zonneboilers en warmtepompboilers.
De cv-ketel is eenvoudig te combineren met de warmwatervoorziening door toevoeging van een ingebouwde tapspiraal (combi-ketel).

bijlage 1

Verklarende woordenlijst

a	luchtdoorlatendheid [10^{-3} m ³ /s per m ¹ kierlengte (bij 1 Pa drukverschil)]
actieve zonneënergie-systemen (AZE)	installatietechnische hulpmiddelen die de zonneënergie benutten
accumulerend vermogen	het vermogen van een materiaal om warmte een lange tijd vast te houden
afschot	helling
B	nominale belasting [Kw]
belasting	energietoevoer per tijd in de vorm van aardgas aan een toestel of het energietransport door een leiding, gebaseerd op de calorische bovenwaarde
belemmeringshoek (β)	hoek die de lijn tussen voet gebouw en nok overliggend gebouw met het grondvlak maakt.
beuk	gedeelte van een gebouw met zelfstandige draagstructuur
binnenwerkskernoppervlak (BKO)	het oppervlak van de gebruiksruimte in een woning
BoWoTo	Bouwen- en Woningtoezicht
buffer	overgang die de heftigheid van een bepaalde reactie doet afnemen
capillaire opzuiging	vochttopzuiging door drukverschil in haarfijne naden
centrale verwarmingsinstallatie(cv)	een installatie voor ruimteverwarming waarin de opgewekte warmte door middel van water, stoom of lucht geheel of ten dele door buizen of kanalen naar elders wordt gevoerd
circulatiepomp	pomp die het verwarmingswater in een gebouw rondpompt
CLV-systeem	Combinatie-Luchttoevoer-Verbrandingsgasafvoersysteem (de rookgasafvoer- en beluchtungskanalen van meerdere ketels samengevoegd)
collectieve systemen	gemeenschappelijke systemen
combi-ketel	ketel die zowel in de verwarming van de ruimte als in verwarming van het tapwater voorziet
condensatie	verdichting van gas of damp tot vloeistof
console	ondersteunende constructie

d	dikte van het materiaal [m]
diffuse straling	straling die indirect het te beschijnen oppervlak bereikt
doorspuien	door tocht de lucht verversen
doorstroomtoestel	verwarmingstoestel waar het te verwarmen water doorheen stroomt
doorvalbeveiliging	constructie waarmee het het gevaar uit het raam te vallen wordt verminderd
energiebalans	de relatie tussen ingaande en uitgaande energie
fundering op staal	fundering niet op palen maar direct op de ondergrond
gepotdekselde delen	elkaar overlappende delen
gesloten verbrandingsstoestel	een verbrandingstoestel dat zijn verbrandingslucht via een kanaal direct van buiten betreft
gevelsprongen	reliëf in de gevel
graaduren	verschil tussen binnen- en buitentemperatuur gedurende de stookuren x het aantal stookuren (in het stookseizoen)
hoog-niveau-renovatie	het verhelpen van bouwtechnische gebreken en het treffen van geriefsverhoging tot het niveau van nieuwbouw
HR-ketel	ketel met hoog rendement
hybride zonneënergiesystemen (HZE)	mengvormen van AZE en PZE
infiltratie	onbedoelde ventilatie
interne warmteproductie	de hoeveelheid warmte die vrijkomt bij personen, apparatuur en verlichting
isoleren	het niet geleidend maken (voor warmte of geluid) van een constructie
koof	verdiept gedeelte in plafond
koud-dak-constructie	isolatie onder de dakconstructie
koudebrug	plaats waar de warmteweerstand van de constructie gering is ten opzichte van de omringende constructiedelen
koudestraling	een verschijnsel dat ontstaat doordat een oppervlak van het glas door geleiding en convectorie een lagere temperatuur heeft dan de omringende oppervlakken
koudeval	voor het raam afgekoelde en daardoor naar beneden zakkende lucht

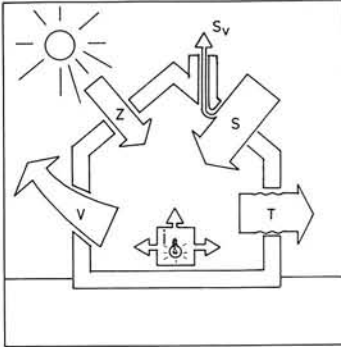
laag-niveau-renovatie	het verhelpen van bouwtechnische gebreken in de woningbouw
lambda-waarde	warmtegeleidingscoëfficiënt [W/(K.m)]
latei	draagbalk boven venster of deur
lokale ruimteverwarming	verwarmingssysteem waarbij de warmte op dezelfde plaats aan de omgeving wordt afgestaan als waar hij wordt opgewekt c.q. waar het toestel staat
maisonnette	eengezinswoning over twee lagen in gestapelde woningbouw
mechanische ventilatie	een met behulp van elektrische apparatuur opgewekte ventilatiestroom
midden-niveau-renovatie	het verhelpen van bouwtechnische gebreken en het treffen van geriefsverhoging tot het niveau van de huidige eisen in de woningbouw
modelbouwverordening (MBV)	een door de overheid samengestelde bouwverordening die als voorbeeld dient voor de gemeentelijke bouwverordening
modulerende brander	brander die zich qua vermogen aanpast aan de vraag
n	ventilatievoud; het aantal malen dat een ruimte geheel per uur met lucht wordt ververs
nachtverlaging	het verlagen van de temperatuur in de woning 's nachts
nationaal milieubeleidsplan(NMP)	publicatie van het ministerie van VROM waarin het toekomstig milieubeleid wordt aangegeven
natuurlijke ventilatie	een zonder hulp van mechanische apparatuur opgewekte ventilatiestroom
negge	kopse rand tussen voorzijde gevel en verdiept gelegen gevelinvulling
NEN-normen	publicaties van de overheid waarin richtlijnen en eisen met betrekking tot bepaalde "bouw"-onderwerpen staan vermeld
nominale belasting	belasting waarvoor een toestel volgens opgave van de fabrikant is bestemd
omgekeerd dak	isolatie boven de dakconstructie, waterdichte laag onder isolatie
onderslagen	onderliggende dragende balken
opblaasproef	door in de woning overdruk aan te brengen met gekleurd gas de luchtlekken ontdekken
open verbrandingstoestel	een verbrandingstoestel dat zijn verbrandingslucht aan de ruimte onttrekt waarin het toestel staat opgesteld

passieve zonneënergie-systemen (PZE)	bouwkundige voorzieningen die, zonder installatietechnische elementen, de zonneënergie benutten
penant	muurvlak tussen twee vensters
prefab-element	voor gefabriceerd element
programma van eisen (PVE)	de voorwaarden waaraan een plan moet voldoen om gerealiseerd te mogen worden
Q	warmtestroom [J]
R	warmteweerstand [Km^2/W]
rabatdelen	op bepaalde wijze verwerkte houtdelen
radiator	warmteuitstraler
raveling	steunende dwarsbalk ten behoeve van een vloeropeening
referentiewoning	woning waarmee vergeleken wordt
relatieve vochtigheid (rv)	de hoeveelheid waterdamp in de lucht in verhouding tot de maximaal mogelijke hoeveelheid waterdamp
renovatie (in de woningbouw)	het verhelpen van bouwtechnische gebreken en het treffen van geriefsverhogende maatregelen in de woningbouw
rollaag	rij op hun kant gemetselde stenen
R-waarde	isolatiewaarde/warmteweerstand
S	luchtsnelheid [m/s]
serre	glazen aanbouw
slabbe	strook waterkerend materiaal
spaarbogenfundering	gemetselde bogen in diepgelegen funderingen, dienende om metselwerk uit te sparen
specifieke buitenoppervlak	de verhouding tussen het totale omhullende buitenoppervlak en het volume van het gebouw
spectraal selectief glas	dubbel glas voorzien van selectieve coatings en een gasgevulde spouw waardoor het transmissieverlies wordt beperkt
stookbehoefte	de hoeveelheid energie die nodig is om in een woning het gewenste klimaat te bereiken en de woning van warm tapwater te voorzien
stookuur	uur gedurende waarvan de buitentemperatuur lager is dan de op dat moment gewenste binnentemperatuur
stralingstemperatuur	de temperatuur van de door een verwarmingselement uitgestraalde warmte

strijkbalk	balk die in de lengte langs een muur/gevel ligt
T	temperatuur [K]
tapdebiet	hoeveelheid water die per tijdseenheid getapt kan worden
tapdrempel	de minimale hoeveelheid water die nodig is om het verwarmingstoestel aan te laten slaan
temperatuurgradiënt	het verschil in luchttemperatuur over een bepaalde hoogte
thermostaat	automatische temperatuurregelaar
trasraam	muurgedeelte vanaf de fundering tot boven het maaiveld, van betere steen en specie gemaakt voor het verkrijgen van een droog gebouw
transmissie	een warmtestroom van de ruimte met een hogere temperatuur naar een ruimte met een lagere temperatuur (bijv. van binnen naar buiten)
trekonderbreker	mechanische constructie die voorkomt dat bij valwind de vlam van het verwarmingselement dooft
u	warmtedoorgangscoefficient (voorheen k) [W/(K.m ²)]
V	volume
volkern	massieve kunststofplaat, o.a. te gebruiken als gevelbeplating
VR-ketel	ketel met verbeterd rendement
vuilwerk	onafgewerkt metselwerk
warm-dak-constructie	isolatie boven de dakconstructie
warmteterugwinning (WTW)	door onttrekken van warmte aan afvoerlucht en/of rookgassen met een warmtewisselaar warmte terugwinnen
zonbenutting	de hoeveelheid door de zon geleverde warmte die aan een woning ten goede komt door instraling of door benutting van zonneënergiesystemen
ZTA-factor	zontoetredingsfactor

bijlage 2

Gegevens betreffende de energieberekening



[bron: 18]

correctiefactor transmissieverlies

- grenzend aan een zwak geventileerde kruipruimte (vloeren): $a = 1/(u + 1)$
- grenzend aan een gesloten portiek: $a = 0,4$
- grenzend aan een onverwarmde ruimte: $a = 0,5$
- grenzend aan een bewoonde woning: $a = 0$
- grenzend aan de buitenlucht: $a = 1$

schiloppervlakken in m²

Het oppervlak van gevel, dak en vloer moet door metingen, hart op hart, zowel in de lengte als in de breedte, worden bepaald. De raamoppervlakken zijn inclusief kozijnhout.

u-waarden (warmte doorlatingscoëfficiënten) van de constructie

Deze kunnen met behulp van handboeken of rekenkundig worden bepaald (bijvoorbeeld NEN 1068).

ventilatievoud (V)

Het ventilatievoud is onder meer afhankelijk van het gekozen ventilatiesysteem:

1. natuurlijke ventilatie;
2. individuele mechanische afzuiging (uit keuken, badkamer en toilet);
3. collectieve mechanische afzuiging (uit keuken, badkamer en toilet);
4. mechanische aan- en afvoer van lucht met warmteterugwinning (eventueel in combinatie met luchtverwarming) .

invallende zonnewarmte

Wanneer de zon onbelemmerd naar binnen kan schijnen, levert deze een bijdrage aan de verwarming.

Met de volgende (globale) waarden mag gerekend worden (kWh/jaar):

gevel- openingen	zuid	zo/zw	o/w	noord
enkel glas	270	220	140	80
dubbel glas	230	185	120	70
spectr.sel.glas	185	150	100	60

int. (interne warmtebronnen)

Personen en huishoudelijke apparaten geven warmte af, afhankelijk van de activiteiten en de intensiteit van het gebruik. Ten behoeve van de eenvoud gaan veel handmatige energieberekeningen uit van:

2000 kWh/jaar voor een kleine woning (tot 3 kamers)

3000 kWh/jaar voor een grote woning (meer dan 3 kamers)

verbrandingswaarde van aardgas(W)

De waarde van 9,8 kWh/m³ is exclusief rendementsverlies.

gebruiksrendement verwarmingsinstallatie (n)

Het werkelijke rendement van een installatie hangt af van het type, de leeftijd, de afstelling en de mate van onderhoud. Het is voor een goede vergelijking van de pakketten noodzakelijk om onderscheid te maken naar het type bron en de situering. De toegepaste correcties zijn voorzichtig geschat.

Rendement op basis van de bovenste verbrandingswaarde van aardgas (9,8 kWh/m³):

a. lokale verwarming

Zowel gevelkachels als schoorsteengebonden toestellen: 65%

b. centrale verwarming

	in keuken	op zolder
gewone ketel	65%	63%
VR-ketel	70%	68%
HR-ketel	80%	75%

c. luchtverwarming, indirect gestookt

gewone ketel	70%
VR-ketel	75%
HR-ketel	85%

d. blokverwarming

gewone ketel	60%
VR-ketel	65%
HR-ketel	73%

warm water

Referentie: 4-kamerwoning met 3 personen, isolatieniveau volgens MBV

energieverbruik (in m³ gas/jaar):

keukengeiser boven aanrecht	250
badgeiser vaakvlamloos	250
badgeiser in afgesloten ruimte	320
electrische boiler	1750
cv-tapspiraal bij keuken	350
idem met VR-ketel	300
idem met HR-ketel	250
cv-tapspiraal op zolder	400
cv-boiler	350
idem VR	300
idem HR	250

hulpenergie van verwarming en ventilatie (in kWh/jaar):

cv-ketel	300
cv-ketel met pompschakelaar	100
(HR)ketel met ventilator en pompschakelaar	125
ventilatoren luchtverwarming	700-800
ventilatoren luchtverwarming met WTW	900-1000
individueel regelbare mechanische vent.	150
gebalanceerde mech. ventilatie met WTW	500

bijlage 3

Lijst van eenheden, symbolen en omrekeningswaarden

Grootheid	Symbool	Eenheid
lengte	l	m
doorsnede (dikte)	d	m
massa	m	kg
oppervlakte	A	m ²
tijd	t	s of h
volume, inhoud	V	m ³
electrische stroom	I	A(mpere)
thermodynamische temp.	T	K(elvin)
Celsius temperatuur	T	°C
elasticiteitsmodulus	E	N/m ²
electrische energie	W	J(oule)
warmtehoeveelheid	Q	J
kracht	F	N(ewton)
dichtheid (soort.massa)	rho	kg/m ³
soortelijk volume	v	m ³ /kg
soortelijke warmte	c	J/(kg.K)
spanning (gas)	p	Pa(scal)
vermogen electrisch	P	W(att)
vermogen mechanisch	P	W
vermogen thermisch	P	W
jaarl. energiehoeveelh.	E	KWh/jr
warmtecapaciteit	C	J/K
warmtedoorgangscoeff.	u	W/(K.m ²)
warmtegeleidingscoeff.	lambda	W/(K.m)
warmtestroom	Q	W
warmteweerstand	R	K.m ² /W
diffusieweerstandsgetal	μ	dimensieloos

Omrekeningwaarden

atmosfeer	at	9,8 x 10 ⁴ Pa
calorie	cal	4,18 J
kilogramkracht	kgf	9,8 N
kiloWattuur	kWh	3,6 x 10 ⁶ J
megajoule	MJ	1,0 x 10 ⁶ J
gigajoule	GJ	1,0 x 10 ⁹ J

$$1^{\circ}\text{C} = \text{K}-272$$

$$\text{J} = \text{WS}$$

$$\text{N} = \text{Kgm/s}^2$$

$$\text{Pa} = \text{N/m}^2 = \text{kg/ms}^2$$

m³ aardgasequivalent (a.e.):

Stel rendement electriciteitscentrale op 33%:

$$1 \text{ kWhe} \text{ (elek. vermogen)} = \frac{3,6 \times 10^6}{0,33 \times 35,175 \times 10^6} = 0,31 \text{ m}^3 \text{ a.e. (bovenwaarde)}$$

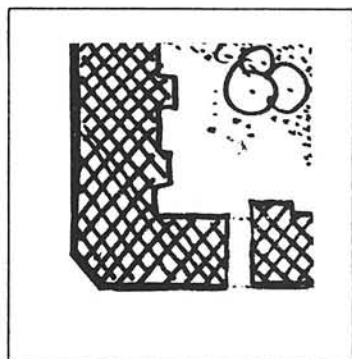
Stel rendement individuele verwarmingsinstallatie = 75%:

$$1 \text{ kWh} \text{ (therm. vermogen)} = \frac{3,6 \times 10^6}{0,75 \times 35,175 \times 10^6} = 0,14 \text{ m}^3 \text{ a.e. (bovenwaarde)}$$

bijlage 4

Kwaliteit van de vooroorlogse woningbouw

(De meest voorkomende kenmerken en de daarmee samenhangende gebreken)



A. OP STEDEBOUWKUNDIG NIVEAU

Kenmerken

gesloten bouwblokken
en hoge bouwdichtheid

twee lagen met kap tot vier
lagen met of zonder kap

een smal straatprofiel
en ondiepe binnenterreinen

diepe en hoge aanbouwen
(1-3 laags)

toenemende verkeers- en
geluidsbelasting aan
voorzijde

beplanting, hoge bomen
aan straatzijde en op
binnenterreinen

Gebreken

Deels goede, deels slechte bezonning. In de hoeken van het binnenterrein extreem slechte (zon)lichttoetreding.

Bebouwingsdichtheid meestal te hoog. De hoogte van de kappen soms te laag.

De bezonning is meestal slecht door de hoogte en nabijheid van de tegenoverliggende bebouwing.

Er komt te weinig licht en lucht in de buitenruimten, de achtergevel krijgt weinig zon en het (transmissie)verliesgevend geveloppervlak is te groot (zie hoofdstuk 4).

Hierdoor kan scheurvorming optreden. De geluidwerendheid van de standaard ventilatievoorzieningen voldoet niet als de geluidsbelasting op de gevel groter is dan 60 dB(A).

De zonlichttoetreding of zon- en windwering kunnen, afhankelijk van de geveloriëntatie, hoogte en afstand van de boom en van zijn bladverlies, onvoldoende zijn.

B. OP WOONTECHNISCH NIVEAU

Kenmerken

balkonzone aan het
binnenterrein

open portiek

meerdere woningen aan
één trap

geen douche/badruimte

oorspronkelijke keuken-
inrichting/sanitair

Gebreken

Slechte bezonning van de buitenruimte als de balkongevel een oriëntatie tussen oost- en noordwest heeft.

De trap is meestal te steil, het portiek sociaal onveilig en de transmissie- en ventilatieverliezen onnodig groot.

De woningscheidende kwaliteit voldoet niet aan de MBV. De trap is te smal en te steil.

Voldoet niet aan de MBV.

Volledig verouderd.

C. OP BOUWTECHNISCH NIVEAU

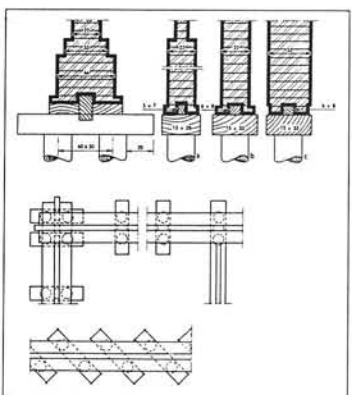
● fundering

Kenmerken

vertand uitgemetselde
strokenfundering op houten
palen of staal; in de crisis-
jaren soms een spaarbogen-
fundering

Gebreken

De paalkoppen kunnen soms verrot zijn door grondwaterstandverlaging. Ook kan scheurvorming ontstaan.





aanbouwen slechter gefundeerd dan de hoofdbouw

Er kunnen zettingsverschillen optreden tussen aan- en hoofdbouw.

bouwmuur zwaarder belast dan gevels

Er kan zettingsverschil optreden.

geen trasraamklinker toegepast

Er kan sprake zijn van vochtoptrek.

te hoge grondwaterstand of geen bodemafluiting (bijv. zand) aanwezig

De kruipruimte kan vochtig zijn.

puinophoping in de kruipruimte en dichtgeslibde kruipruimteventilatieopeningen

Capillaire vochtonttrek en slechte kruipruimteventilatie kunnen houtrot en schimmelvorming onder/van de begane vloer tot gevolg hebben.

Behalve wanneer geringe funderingsverbetering zin heeft, zal vooroorlogse woningbouw met een slechte fundering worden gesloopt. In het algemeen is de fundering van vooroorlogse woningbouw echter van redelijke kwaliteit. Vaak, bijvoorbeeld bij fundering op staal (bij zandgronden) bestaat de mogelijkheid een extra laag op de woning aan te brengen (zie hoofdstuk 4), zonder funderingsversterking. Een te grote wijziging in de belastingverdeling moet echter te allen tijde worden vermeden.



● bouwmuren

Kenmerken

1 1/2 steens (soms t.p.v. de begane grond);
steens;
1/2 steens (soms t.p.v. zolderverdieping).

Gebreken

Afgebrokkeld stucwerk en matige wandafwerkingen (te hoge herstelkosten en het 1 aanbrengen van nieuwe leidingen leiden vaak tot toepassing van een voorzetwand-constructie). Bouwmuurdoorbraken zijn vaak alleen op de begane grond mogelijk óf alleen op de verdiepingen met behulp van een stalen portaal (advies van constructeur inwinnen). Dit brengt beperkingen voor de differentiatie met zich mee (zie hoofdstuk 5). De geluidsindex van $OdB(A)$ wordt niet zonder meer bereikt.

● vloeren

Kenmerken

houten balklagen

Gebreken

De vloeren zijn vaak ongelijk, vertonen een te grote doorbuiging en scheefstand. De balken kunnen zijn aangetast door houtworm of schimmels.

strijkbalken dicht langs de gevel

De strijkbalken en soms de balkkoppen (t.p.v. kopgevel of begane grond) zijn door vocht aangetast of verrot.

stalen onderslagen

Deze kunnen doorgebogen en roestig zijn. Ter plaatse van de opleggingen kan enerzijds door de puntlasten en anderzijds door roestvorming metselwerkschade zijn ontstaan.

ravelingen/oude trapgaten

Deze moeten worden dichtgezet met oud vloerbeschot (iv.m. plankdikte).

kruipruimteventilatie niet aanwezig of dichtgezet

Houtrot van de begane grondvloer die daarom verwijderd moet worden.



steenachtige vloeren op de begane grondvloer (bijv. in gangtravee), op zand gestort met granito afwerklaag.

stalen balkjes/betonsegmentenvloer

● **gevels**

Kenmerken

steens metselwerk ($u = 2,4 \text{ W/(k.m}^2\text{)}$) en soms op de begane grond 11/2 steens ($u = 1,8 \text{ W/(k.m}^2\text{)}$)

spouwmuur ($u = 1,7 \text{ W/(k.m}^2\text{)}$)

achtergevel vaak slechter (goedkoper) uitgevoerd dan de voorgevel

kleine metselwerkpenanten aan de achtergevel door grote raamopeningen, aanbouwen en balkonzones

gemetselde rollagen

houtwerk; meestal van grenen (redelijke kwaliteit) en houten raamdorpels

ramen voorgevel hoog en smal (ca. $1,2 \times 2,5\text{m}$) met schuiframen, ramen achtergevel vaak verdiepingshoog en breed

raamdorpels voorzijde, deurdorpels en portiektrappen van natuursteen

lateien, raamdorpels en lateien van beton

lateien in metselwerk opgenomen en balkonconsole's staal

sierwerk voorgevel van hard- en zandstenen onderdelen; afgestucte sierbanden en platen.

Er kan scheefzakking en scheurvorming ontstaan, de vloeren zijn niet geïsoleerd en dus moeilijk te handhaven.

Roestvorming en minimale vloerwapeningsdekking.

Gebreken

Vochtdoorslag vanwege slecht voegwerk of te geringe dikte en een te hoge u-waarde

De spouw (bouwjaar woningen na 1930) is mogelijk te klein (3 cm); hierdoor ontstaat vochtdoorslag en is spouwisolatie niet mogelijk. Een spouwonderzoek is noodzakelijk.

Scheurvorming in de achtergevels en slecht voegwerk waardoor soms sloop onvermijdelijk is.

Door gering constructief verband kan sloop noodzakelijk zijn, met name wanneer de aanbouwen worden gesloopt

Het voegwerk kan zijn uitgewaterd; scheurvorming door het ontbreken van een lateiconstructie.

Met name achtergevels zijn slecht onderhouden, de stijlen vertonen aan de onderzijde houtrot evenals de dorpels; slechte kierdichting vanwege kromtrekken. De oude kozijnen kunnen vaak als stelkozijnen dienen voor een nieuw aan te brengen kozijn.

Er ontstaat koudeval en koudestraling vanwege de relatief grote glasvlakken. Door slechte aansluitingen ontstaat tocht.

De raamdorpels zijn soms gescheurd en de deurdorpels en portiektrappen uitgesleten.

Dit waren experimentele toepassingen: slechte betonkwaliteit en minimale dekking veroorzaken scheurvorming en wapeningsroest.

Er ontstaan koudebruggen en doordat het staal roest ontstaat scheurvorming.

Zandsteen is verweerd, hardstenen onderdelen kunnen scheuren, het stuc is verweerd, brokkelig en verveloot.





● **daken**

Kenmerken

plattendakafvoer onder afschot

oude zoldervloer soms uitgevoerd met kleinere balkafmetingen dan de overige vloeren

gordingenkap en spanten

hellend dak en pannen/leien

zink en loodwerk

Gebreken

Bij toevoeging van een extra woninglaag moet het beschot of de balklaag worden uitgevlakt.

Een balkverzwaring is nodig en als de zoldervloer dakvloer wordt, moet er een afschot worden aangebracht.

Door te weinig hoogte voor de woonfunctie en te dure aansluitdetails zijn kappen moeilijk te handhaven/onderhouden.

De dakbedekking is slecht door verwerking.

Dit is verweerd en niet te handhaven.

● **binnenwanden**

Kenmerken

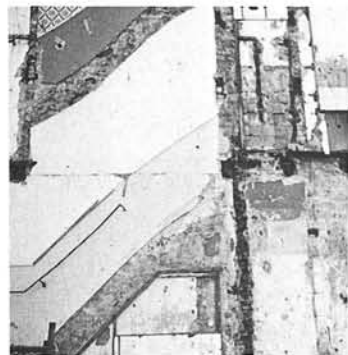
de woningen zijn veelal van het tweebeukige type met balkdragende binnenwand van 1/2 steens metselwerk, gefundeerd of op stalen onderslag.

niet dragende binnenwanden

Gebreken

De balklaag is te buigslap als de binnenwand wordt weggehaald, de plattegrond blijft beperkt als de binnenwand blijft.

Het vernieuwen van de wandafwerkingen is vaak te duur. De wanden worden meestal gesloopt.



D. OP INSTALLATIETECHNISCH NIVEAU

Kenmerken

gemetselde schoorsteenkanalen en ventilatieafvoerkanalen.

Gebreken

De schoorsteenkanalen zijn technisch onbetrouwbaar en vaak te bepalend voor de plattegrondindeling. Slopen is meestal de beste oplossing. Natuurlijke ventilatiekanalen ontbreken soms.

Bouwkundige en installatie-onderdelen van vooroorlogse woningbouw die niet voorkomen in deze opsomming worden bij hoog-niveau-renovatie meestal gesloopt vanwege hun slechte staat en/of te hoge herstelkosten.

bijlage 5

Literatuurlijst

Algemeen

1. gegevens S&S
2. gegevens NCIV
3. gegevens BOOM

Energiebesparing

4. Klimaatatlas KNMI; Staatsuitgeverij, Den Haag, 1972
5. SOM-rapporten, deel 1 t/m 3; SOM-groepen, TH Delft, Delft, 1978-1981
6. Binnenklimaat en Energieverbruik; Gasunie, Groningen, 1979
7. Energieverbruik van Zonnewoningen; Poel/THD, Delft, 1980
8. Woningbouw en Energie; Woon/Energie/WCN, Gouda, 1980
9. Design Aids voor energiebewust ontwerpen; NWR/THE, Almere, 1981
10. Energiebesparing en Ruimtelijke Ordening; Algemene Energieraad, Raad van Advies voor de R.O., Den Haag, 1981
11. Ventilatie en Energieverlies van woningen; SBR 85, Deventer, 1981
12. Blauwdruk nr.2; Gasinstituut, Groningen, 1983
13. Energieverbruik – Aandachtspuntenlijst Energiebesparing en Ruimtelijke Ordening; Woon/Energie/Witteveen + Bos/PBE, Apeldoorn, 1983
14. Onderzoek naar de energiebesparingsmogelijkheden bij renovatie; Q&Q-team, DROS/TNO, Rotterdam, 1983
15. Wind- en Zonneënergie en Ruimtelijke Ordening; Kuiper Compagnons/Adviesburo voor Milieu- en Stedebouwwrecht/Schaepman/Centrum voor Energiebesparing, Den Haag, 1983
16. Woonlastenrapport Transvaal Den Haag, Woon/Energie/Architecten Koöperatie Gouda, Gouda, 1983
17. Energiebeleid en Stedebouwkundig Ontwerp, Buro voor Ruimtelijke Vormgeving/MESO/RBOI/PEO, Utrecht, 1984
18. Energiebesparing bij Woningverbetering, Deel 1, Algemeen + Deel 2, 6 Voorbeeldtypen; Woon/Energie/PBE, Gouda, 1984
19. Energiebesparing in na-oorlogse woongebieden; Kuiper Compagnons/Witteveen + Bos/PEO, Utrecht, 1984
20. Energiebesparingsmogelijkheden bij renovatie in Den Haag; Woon/Energie/Architecten Koöperatie, Gouda, 1984
21. Energiebewust ontwerpen van woningen; Bouwcentrum/PEO, Utrecht, 1984
22. Met minder energie toch behaaglijk wonen; SVEN, Deventer, 1984
23. Energiebesparing in woningen. Stimulerende maatregelen belicht; Centrum voor Energiebesparing/Bureau E, Delft, 1985
24. Energie-efficiënte maatregelen voor meergezinsportiekwoningen en meergezinsgaleijwoningen, wijk Kostverloren Groningen; Westra, Den Haag, 1985
25. De faktor zon I en II. Brandstofverbruik, binnenklimaat en bezonning buitenruimtes, beïnvloed door ontwerpkeuzes; Woon/Energie/TNO/IMG/PEO, Utrecht, 1985
26. Inventarisatie en evaluatie van mogelijkheden voor energiebesparing in bestaande woningen; Heidemij, Utrecht, 1985
27. Wonen in de kou?; SBR 110, Rotterdam, 1985
28. Energetische en bouwkundige kwaliteit van de woningvoorraad; Bouwcentrum/PEO, Rotterdam, 1986
29. Energiebeheersing, ook in de hogere woningbouw; SBR 147, Rotterdam, 1986
30. Energieproeftuin Hoofddorp; SOM-groep, TU-Delft, Delft, 1986
31. Passief gebruik van Zonneënergie, Stedebouw en Woningbouw; Woon/Energie/TNO/IMG/PEO, Gouda/Delft, 1986
32. Reitshoeve, Groot Onderhoud, klimaatgevels; Woon/Energie, Gouda, 1986
33. Stadsvernieuwing en Energiebesparing; Woon/Energie/OD205/PEO, Gouda/Delft, 1986
34. Beslissen over energiezuinige woningbouw, Nieuwbouw en Renovatie, Deel 1 t/m 5; Woon/Energie/PEO, Gouda, 1987

35. Energiebesparende mogelijkheden van portieketagewoningen; afstudeerrapport P.J. Blesgraaf, TU-Delft, Delft, 1987
36. Evaluatie minimum-Energiewoning gestapelde bouw, DHV/PEO, Utrecht, 1987
37. Oriënterend onderzoek naar de binnenluchtkwaliteit van gerenoveerde woningen te Rotterdam; TNO/PEO, Utrecht, 1987
38. Energiebewust ontwerpen van woningen, REGO-IO; PEO, 1984, Utrecht

Volkshuisvesting

39. Behoefteraming meerjarenplan woningbouw/stadsvernieuwing 1988-1992; Ministerie van VROM, Den Haag, 1988
40. Ontwerp Nota Volkshuisvesting in de jaren Negentig, Van bouwen naar wonen; Ministerie van VROM, Den Haag, 1988
41. Woningbehoefte-onderzoek 1985/1986, deel 1: Algemeen; drs. G. de Rooij en ir. J.W. van der Marel/VROM, Den Haag, 1988
42. Inleiding verbetering en vervanging woningvoorraad (BK 134), deel 3: financiering en exploitatie; TU-Delft, Delft, 1989
43. Bouwen aan een nieuwe solidariteit, Volkshuisvesting naar 2000; FNV en Bouw- en Houtbond FNV, Amsterdam, 1988
44. Financiering van de stadsvernieuwing; R.Hoksbergen en A.N. Kraaij, Delft, 1987

Bouwtechniek

45. Collegereeks van de vakgroep Bouwfysica TU-Delft, gc 41 t/m gc 49; Delft, 1975-1981
46. Woningverbetering, deel 1 t/m 5; Bouwcentrum Rotterdam, 1978-1979
47. Draaiboek: Isoleren van bestaande woningen, losbladige serie handboeken; NIP/Bouwcentrum, Rotterdam, 1980
48. Warmte- en vochttransport in bouwconstructies; Tammes en Vos, Deventer, 1980
49. Bouwen in Houtskeletbouw; SBR 89, Deventer, 1982
50. Bouwconstructies gezien door een thermo-hygrische bril; SBR 61, Deventer, 1982
51. Eigenschappen van bouw- en isolatiematerialen; SBR 9, Deventer, 1982
52. Isolatiegids, energiebesparing in woningen; Macdaniel, Deventer, 1984
53. Energiedaken; Centrum voor Energiebesparing/PBE, Delft, 1984
54. Technische notities; Buro Ondersteuning Vernieuwbouw, Volkshuisvesting, Rotterdam, 1985-1987
55. Een vochtig binnenklimaat en de invloed van bewonersgedrag; NIP/Stichting Bouwhulp, Eindhoven, 1986
56. Onderzoek naar de bouwfysische kwaliteiten van ruimten met aanbouwkassen; afstudeerrapport M. v.d. heuvel, TU-Delft, Delft, 1986
57. Verzwaarde isolatie-eisen in de woningbouw; Bouwcentrum, Rotterdam, 1986
58. 12 Bouwmethoden voor energiezuinige woningbouw; NEOM, Sittard, 1987
59. Na-isolatie van veel voorkomende koudebruggen; NIP/Bouwcentrum/PEO, Rotterdam, 1987

Installaties

60. ISSO-publicatie nr.4, Ontwerptechnische kwaliteitseisen voor warmwaterinstallaties; ISSO, Rotterdam, 1977
61. Kachels of c.v.; Woon/Energie, Gouda, 1984
62. Syllabus Luchtverwarming Eengezinshuizen; Bouwcentrum, Rotterdam, 1985
63. ISSO-publicatie nr.9, Luchtverwarming in woningen, ISSO, Rotterdam, 1986
64. Installaties in bestaande systeembouwwoningen; Bouwcentrum/PEO, Rotterdam, 1987
65. Luchtverwarming Eensgezins huizen: Luchtverwarming en woningontwerp; Bouwcentrum, Rotterdam, 1987
66. Woningventilatie, handleiding voor ontwerp, berekeningen en uitvoering; BoWoTo, afdeling Bouwfysica, Rotterdam, 1988

Energieberekening en normen

67. ISSO-publicatie nr.6, k- en R-waarden van bouwkundige constructies; ISSO, Rotterdam, 1978
68. Verbeterde graaddagenmethode; Hoen, Thijs/THE, Eindhoven, 1980
69. NEN 1068, thermische isolatie van gebouwen; NNI, Rijswijk, 1981
70. NEN 1087 + NPR 1088, Ventilatie van woongebouwen; NNI, Rijswijk, 1981
71. Energiegebruik in gebouwen, Verwarming van woningen, Nederlandse voor-norm NVN 5125; NNI, Delft, 1987
72. ISSO-publicatie nr.16, De jaarlijkse warmtebehoefte van woningen. Energiegebruiksrekening per vertrek en totaal; ISSO, Rotterdam, 1987
73. Voorschriften voor aardgasinstallaties; GAVO 1987 (NEN 1087), GAVO, Delft, 1987
74. Thermal comfort in the built environment; European conference of architecture; O. Fänger, München, 1987
75. ASHRAE, Handbook of Fundamentals

Verder zijn diverse artikelen geraadpleegd in de vaktijdschriften De architect, Architectuur/Bouwen, Bouw, Bouwwereld, Onderhoud en Renovatie en PT-aktueel (in alfabetische volgorde), jaargangen 1980-1987.

bijlage 6

Alfabetische index

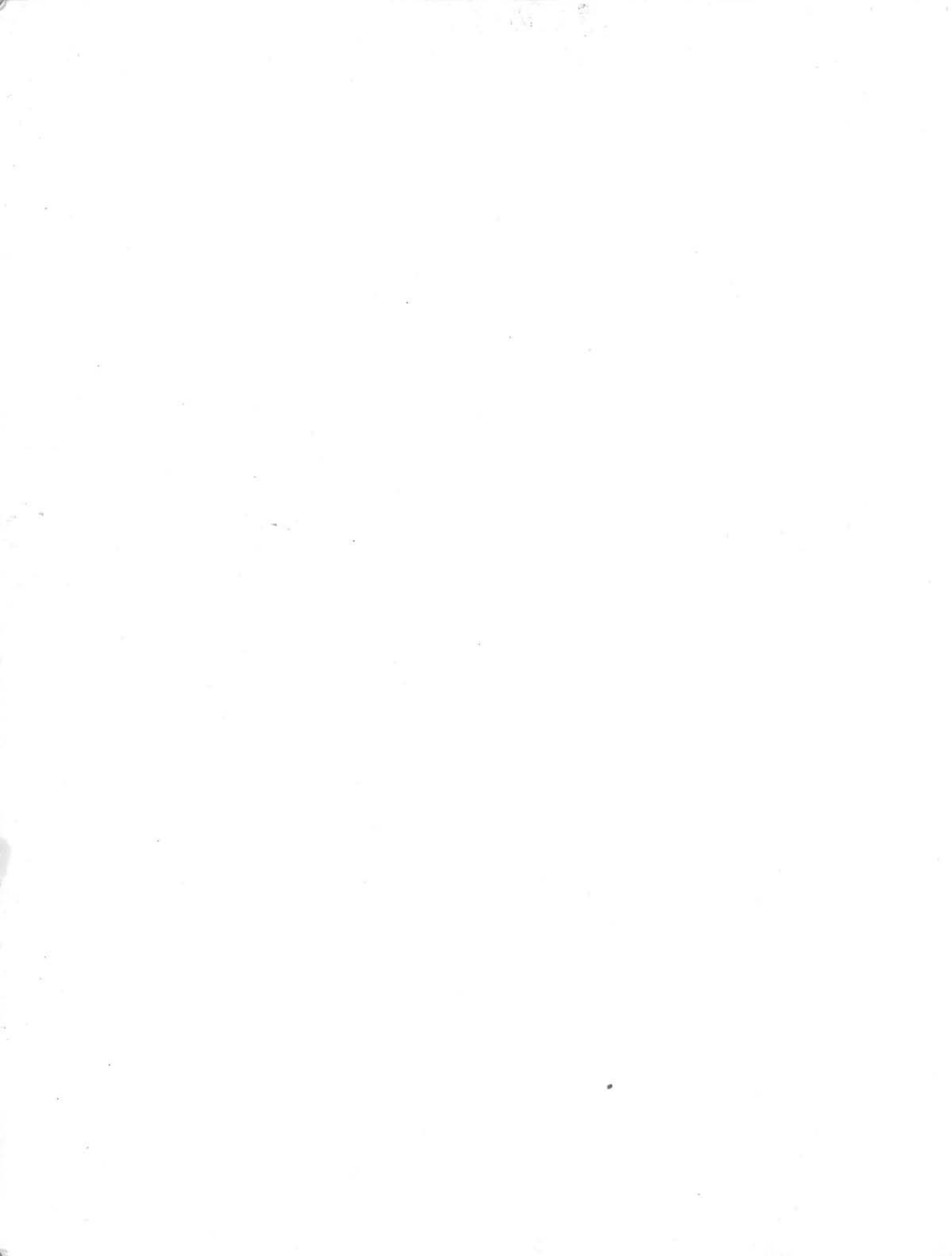
	pagina
Aanbouwen	38
Aardgasequivalent	118
Actieve zonneënergie (AZE)	17
Afzuigkap	91
Ao/V	36
Basishuur	5
Behaaglijkheid	18
Belemmering	30
Benuttingspercentage	53
Beplanting	32
Bergingen	39
Bestaande toestand	8
Bewonersgedrag	26
Bijstook	17
Binnenisolatie	68
Blokverwarming	88
Boiler	106
Bouwstructuur	41
Buffer	45
Buitengevelisolatie	69
Buitencondities	80
Buitenruimte	58
Centrale inblaas	104
CLV-systeem	98
Centrale verwarming (c.v.)	96
Collectieve installatie	88
Compartimenteren	49
Compact bouwen	38
Condensatie	80
Conventionele ketel	100
Dakterras	75
Dampremmer	73
Differentiatie	41
Doorvalbeveiliging	55
Doorzonkamer	47
Doorspuikbaarheid	6
Doosdakopbouw	72
Dubbel glas	56
Eén-gevelkamer	47
Electrisch verwarmingselement	96
Energiebalans	16
Energieberekening	16
Energieverlies-vuistregels	24
Financiering van de woningverbetering	2
Financieringsregelingen	3
Galerij	42
Gabalanceerde mechanische ventilatie	91
Gebouwworm	35
Geiser	106
Geluidsbelasting	9
Geluidsniveau	9
Gesloten toestel	95
Gevelkachel	95
Glasoppervlak	54
Glasopbouw/soort	53

Graaduren	116
Groot Onderhoud	1
Gordijnen	60
Hellend vlak	32
Hoogniveau-renovatie	1
Hoog rendementketel	100
Houtskeletbouw (HSB)	71
Huurvaststelling	5
Hybride zonneënergiesystemen	17
Inblaasroosters	92
Interne warmtebronnen	18
Installatieverliezen	99
Investering	23
Isolatie algemeen	68
Isolatie begane grondvloer	76
isolatie betonvloer	78
Isolatie gevels	68
Isolatie hellend dak	75
Isolatie leidingen	102
Isolatie platte daken	73
Isolatie woningscheidingen	78
It-waarde	36
Jaloeziën	61
Kierdichting	65
Kleine beurt	1
Klepramen	64
Koudebrug	80
Kruipruimte	81
Lambda-waarde	67
Lichttoetreding	55
Loggia	58
Locatie	34
Lokale verwarming	93
Luchtkanalen	104
Luchtcollector	92
Luchttemperatuur	19
Luchtverwarming (l.v.)	104
Luiken	59
Maisonnette	41
Massa	61
Mechanische ventilatie	91
Middenniveau-renovatie	1
Modelbouwverordening (MBV)	6
Moederhaard	98
Nachtisolatie	58
Nachtverlaging	92
Natuurlijke ventilatie	90
NEN-normen	6
Onderhoudsarme maatregelen	25
Ontsluiting	42
Open toestel	94
Opdrachtgever	8
Oriëntatie	34
Oververhitting	60
Passieve zonneënergie(PZE)	17
Programma van eisen (PVE)	9
Raam	53
Raamgrootte	54
Radiatorverwarming	101
Recirculatie	103

Relatieve vochtigheid	21
Rendement	24
Renovatie-planproces	7
R-waarde	67
Sandwichpaneel	73
Schoorsteengebonden kachel	93
Selectieve verwarming	103
Serre	57
Specifiek buitenoppervlak	36
Spectraal selectief glas	56
Spouwmuren	70
Stadsvernieuwingsfonds	4
Stalen daken	74
Stedebouw	30
Stedelijke isolatie	37
Stilstandsverliezen	99
Stookbehoefte	17
Stookseizoen	17
Stookuren	114
Stralingsoppervlak	61
Subsidie	2
Symbolen	118
Tapspiraal	105
Tapwater	105
Thermosyphonwand	61
Thermostaat	100
Tochthal	49
Tochtklachten	21
Transmissieverliezen	18
Trappenhuis	42
Trombe-wand	62
U-waarde	67
Ventilatieopeningen	63
Ventilatieroosters	64
Ventilatie-unit	91
Ventilatieverliezen	18
Ventilatievoud	20
Verbeterd Rendementketel (VR)	100
Verbetersteam	8
Verbrandingstoestel	96
Verbrandingswaarde	99
Vitrage	60
Vloerverwarming	102
Vochthuishouding	79
Voorzetramen	57
Waakvlam	100
Warmtebehoefte	16
Warmtebron	93
Warmtepomp	89
Warmteterugwinning (WTW)	92
Wasemkap	91
Wet op de Stads- en Dorpsvernieuwing	4
Wind	39
Woningkwaliteit	11
Woningplattegrond	47
Woningverbetering algemeen	1
Woonlasten	26
Woonvocht	79
Zoneren	49

Zonbelasting	30
Zonbewust slopen	31
Zonneënergie-installaties	92
Zonneboiler	107
Zonnewarmte benutten	17
Zontoetredingsfactor (ZTA)	53
Zonwering	60





1878817

