

**Uitvoeringsrichtlijnen  
voor dakbedekkingsconstructies  
met leien van natuursteen**

**Deel 1. Maasdekking  
(inclusief Bijlage A. t.b.v. historische gebouwen)**

**PBL 0538/06**

Datum uitgifte: 2006-06-01

**Uitgever: IKOB-BKB BV**

**IKOB-BKB BV**  
Ringveste 1, Houten  
Postbus 298  
3990 GB Houten  
Tel. 030 635 80 60  
Fax 030 635 06 86  
info@ikobbkb.nl  
www.ikobbkb.nl

### **Algemene informatie bij deze uitgave**

Deze publicatie is door IKOB-BKB opgesteld in samenwerking met de branche-vereniging Het Hellende Dak (VHHD), begeleid door een Technische Commissie en met financiële bijdrage van het Hoofd Bedrijfschap Ambachten (HBA).

Deze Ontwerp- en uitvoeringsrichtlijnen voor dakbedekkingsconstructies met leien van natuursteen zijn goedgekeurd door de Technische commissie daken, het Algemeen College van Deskundigen van IKOB-BKB en heeft tevens de instemming van de Rijksdienst voor de Monumentenzorg.

### **Opmerking:**

**In Bijlage A zijn aanvullende c.q. afwijkende verwerkingsvoorschriften en detailleringen gegeven ten behoeve van daken van historische gebouwen (monumenten), indien een vergunning ingevolge de Monumentenwet 1988 is verleend (zie artikel 1.12 van het Bouwbesluit).**

**Deze bijlage is opgesteld in samenwerking met de Rijksdienst voor de Monumentenzorg (RDMZ), Monumentenwacht Nederland, de branche-vereniging Het Hellende Dak (VHHD) en de Nederlandse Leidekkersvereniging.**

© IKOB-BKB BV, Postbus 298, 3990 GB Houten

Niets uit dit drukwerk mag worden gewijzigd, verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van IKOB-BKB BV, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

# UITVOERINGSRICHTLIJNEN VOOR DAKBEDEKKINGSCONSTRUCTIES

## MET LEIEN VAN NATUURSTEEN, Deel 1. MAASDEKKING

---

INHOUDSOPGAVE		pagina
1	ALGEMEEN	4
2.	ONDERLIGGENDE DAKCONSTRUCTIE	5
3	DAKBEDEKKING	8
4	HULPMATERIALEN	9
5.	VERWERKINGSRICHTLIJNEN LEIEN VAN NATUURSTEEN	12
6	EINDCONTROLE	25
7	VOORBEELDEN VAN AANSLUITINGEN	26
8	GERAADPLEEGDE LITERATUUR	55
Bijlage I	Toelichting op de te stellen eisen aan de dakconstructie	56
Bijlage A	Ten behoeve van historische gebouwen (monumenten)	

### 1 ALGEMEEN

Deze publicatie heeft betrekking op de Ontwerp- en uitvoeringsrichtlijnen voor dakbedekkingsconstructies met leien van natuursteen, gedekt in de zogenaamde "Maasdekking". Indien dakbedekkingsconstructies met leien van natuursteen worden ontworpen en uitgevoerd in overeenstemming met de bepalingen van deze publicatie dan worden de prestaties bereikt zoals hierna wordt aangegeven.

#### **Algemene sterkte van de bouwconstructie (sterkte van de bevestiging van de dakbedekking)**

In hoofdstuk 5 zijn toepassingsvoorbeelden gegeven in welke situaties de uiterste grenstoestand van de bevestiging van de dakbedekking als bedoeld in NEN 6702, bepaald overeenkomstig NEN 6707, niet wordt overschreden bij de fundamentele belastingscombinaties voor wind overeenkomstig NEN 6702 (zie ook NPR 6708).

#### **Opmerking**

*Deze prestatie sluit aan op artikel 2.1 van het Bouwbesluit.*

#### **Beperking van het ontstaan van een brandgevaarlijke situatie**

Een dak met een dakbedekking bestaande uit leien van natuursteen uitgevoerd conform deze Ontwerp- en uitvoeringsrichtlijn is niet brandgevaarlijk overeenkomstig NEN 6063.

#### **Opmerking**

*Deze prestatie sluit aan op afdeling 2.11 van het Bouwbesluit.*

#### **Wering van vocht van buiten (waterdichtheid en regenwerendheid)**

Een uitwendige scheidingsconstructie (dakconstructie) voorzien van leien van natuursteen conform deze Ontwerp- en uitvoeringsrichtlijn is waterdicht en regenwerend overeenkomstig NEN 2778.

#### **Opmerking**

*Deze prestatie sluit aan op afdeling 3.6 van het Bouwbesluit betrekking hebbend op de waterdichtheid, respectievelijk afdeling 4.12, 4.13 en 4.14 van het Bouwbesluit betrekking hebbend op de regenwerendheid.*

#### **Bescherming tegen ratten en muizen**

In een uitwendige scheidingsconstructie (dakconstructie) met leien van natuursteen uitgevoerd conform onderhavige ontwerp- en uitvoeringsrichtlijnen komen geen onafsluitbare openingen voor die breder zijn dan 0,01 m.

#### **Opmerking**

*Deze prestatie sluit aan op afdeling 3.17 van het Bouwbesluit.*

#### **Toelichting**

De ruimten onder daken van veel oude kerkgebouwen en ook van andere monumenten zijn geen verblijfsruimte in de zin van het Bouwbesluit, als ze niet zijn bestemd voor verblijf van mensen. Derhalve worden er aan de dakconstructie zelf geen eisen gesteld ten aanzien van de beperking van het warmteverlies (thermische isolatie en luchtdoorlatendheid), maar aan de totale constructie (inclusief de vloerconstructie daaronder). Het gebruik van de ruimten onder het dak en het al dan niet aanwezig zijn van een opstelplaats voor een stooktoestel in het gebouw, bepaalt of aan de eisen dienaangaande dient te worden voldaan. Het is dan ook beslist noodzakelijk in voorkomende gevallen hiervoor het Bouwbesluit te raadplegen en zonedig overleg te plegen met de opdrachtgever (zowel bij nieuwbouw als renovatie).

### 2. ONDERLIGGENDE DAKCONSTRUCTIE

#### 2.1 Algemeen

Indien in deze publicatie gesproken wordt over leien, worden bedoeld leien van natuursteen.

Het is van groot belang dat de leidekker vooraf, de constructie (draagconstructie en dakbeschoot) waarop de leien moeten worden aangebracht, visueel en zonodig door middel van metingen, zeer zorgvuldig controleert of deze in een dusdanige staat verkeert (zowel ingeval van nieuwbouw als renovatie en restauratie) dat een dakbedekking van natuursteenleien kan worden aangebracht dat aan de gestelde eisen kan voldoen.

De aan de onderliggende dakconstructie te stellen eisen zijn omschreven in de hiervoor opgestelde richtlijnen voor de beoordeling (Nationale Beoordelingsrichtlijn), waarin tevens is aangegeven op welke wijze kan worden aangetoond dat de dakconstructie voldoet aan de in het Bouwbesluit gestelde eisen (hierbij zijn tevens bepalingsmethoden aangegeven).

Voor de dakconstructie moet onderzocht zijn, of aan deze criteria wordt voldaan. Het voorgaande kan worden aangetoond door een door de certificatie-instelling aanvaarde kwaliteitsverklaring.

Dit kan bijvoorbeeld zijn een:

- KOMO<sup>®</sup> Attest-met-productcertificaat;
- KOMO<sup>®</sup>-Attest

In deze kwaliteitsverklaring van de dakconstructie staat omschreven:

- de specificatie van het product;
- de verwerkingsvoorschriften;
- de gebruikswaarden met bijbehorende toepassingsvoorwaarden;
- wenken voor de afnemer;
- eventueel een toelichting;
- voorbeelden van aansluitingen.

#### 2.2 Draagconstructie

Het ondersteunende gedeelte van het dakschild, zoals gordingen, sporen, spanten, muurplaten e.d., dient constructief verantwoord te zijn uitgevoerd en opgeleverd.

Gordingen, sporen, e.d. dienen met de bolle zijde naar boven te zijn aangebracht.

Onderlinge hoogteverschillen in de draagconstructie en ter plaatse van stuiknaden en langsnaden tussen de dakelementen/daksegmenten groter dan 5 mm zijn ontoelaatbaar. Bij toepassing van dakbeschoot bestaande uit houten delen mag het hoogteverschil niet groter dan 3 mm bedragen. Bij grotere hoogteverschillen dient de constructie te worden uitgevuld of dergelijke. Bij twijfel is contact met de opdrachtgever noodzakelijk evenals vastlegging in het IKB.

Van geval tot geval dient door de leidekker te worden beoordeeld, afhankelijk van de situatie, of een water- en regendichte constructie kan worden gerealiseerd.

Het moet ontoelaatbaar worden geacht dat bij een visuele controle doorbuigingen worden geconstateerd welke groter zijn dan  $1/500$  van de overspanning (ca.  $2 \text{ mm/m}^1$ ), indien men nog aan moet vangen met het leidekken. Contact met de opdrachtgever is hier dan ook noodzakelijk evenals het vastleggen van de situatie op het IKB-formulier.

##### Toelichting

In het Bouwbesluit worden prestatie-eisen gesteld aan gebouwen en/of onderdelen hiervan.

Het toegepaste dakbeschoot (bestaande uit dakplaten, dakelementen, daksegmenten, of een compleet daksysteem), moet voldoen aan de gestelde eisen. Deze eisen zijn vastgelegd in de daarvoor geldende Nationale Beoordelingsrichtlijn (BRL). Voor houtachtige dakconstructies geldt de vigerende BRL 0101 "Houtachtige dakconstructies".

Op basis van deze beoordelingsrichtlijn zijn/worden KOMO<sup>®</sup>-attesten-met-productcertificaat afgegeven.

Indien afwijkingen worden geconstateerd die constructief geen gevolgen hebben, maar het aanzicht van het afgewerkte leidendak nadelig kunnen beïnvloeden zal de leidekker op basis van zijn ervaring de opdrachtgever schriftelijk moeten attenderen op de eventuele gevolgen.

Om esthetische redenen verdient het sterk de voorkeur in de ontwerpfase van de dakconstructie rekening te houden met de doorbuiging in de eindtoestand i.p.v. de bijkomende doorbuiging.

Bij de sterkteberekening van de dakconstructie dient men rekening te houden met het gewicht van de leienbedekking, te weten ca. 40 kg/m<sup>2</sup> (dubbele dekking).

### 2.3 Dakbeschot

Natuursteenleien moeten worden aangebracht op een vlakke ondergrond (dakbeschot), bestaande uit bijvoorbeeld houten delen (kwaliteitsklasse C) met een minimum dikte van 24 mm en ten minste 180 mm breed, rekening houdend met de lengte van de leinagel en de inslagpen van de leihaak. Indien de leien rechtstreeks op het dakbeschot worden aangebracht dienen de houten delen horizontaal te worden aangebracht.

Voor een goede nokaansluiting en bevestiging van de leien dient het bovenste houten deel van het dakbeschot een hele plank te zijn. Eventueel uitvullen van het dakvlak dient daaronder pas te gebeuren.

Vlakke plaatmaterialen (met een dikte van min. 24 mm) zijn eveneens toepasbaar.

In verband met onder andere de permeabiliteit<sup>\*)</sup> van de constructie (zie verankering) dient voldoende aandacht te worden besteed aan de luchtdoorlatendheid van naden en aansluitingen.

\*) Permeabiliteit: Luchtdoorlatendheid van een constructie uitgedrukt als verhouding tussen de equivalente oppervlakte en de werkelijke oppervlakte (zie artikel 11 van NEN 6707 en NPR 6708).

### 2.4 Tengels

Indien tengels worden toegepast, hebben deze o.a. de functie om zorg te dragen voor voldoende ventilatie tussen dakbeschot (eventueel inclusief isolatie) en de leien. Tevens kunnen hierop de leilatten worden bevestigd.

Tengels kunnen deel uitmaken van een dakelement en/of dakconstructie, of dienen op het werk (b.v. bij renovatie) te worden aangebracht op het aanwezige dakbeschot. De h.o.h.-afstand van deze tengels is afhankelijk van de onderliggende constructie en bepalend voor de leilatafmetingen.

De houtkwaliteit van de tengels dient minimaal Kwaliteitsklasse C conform NEN 5466 (KVH 1980) te zijn. De afmetingen van de tengels dient minimaal 20 mm x 32 mm te zijn.

De "gemiddelde vrije tengelhoogte" (dit is de open ruimte tussen dakbeschot en/of isolatie en onderkant leilat) dient minimaal 20 mm te bedragen.

### 2.5 Leilatten

Indien de leilatten reeds zijn aangebracht dienen zij in één lijn te liggen, op de juiste plaats te zijn aangebracht en de juiste afmetingen te bezitten.

Leilatten dienen aan de naar boven gekeerde zijde scherpkantig te zijn (rondom geschaafd).

De kwaliteit dient minimaal Kwaliteitsklasse C conform NEN 5466 (KVH 1980) te zijn.

De kwaliteit en afmetingen van de leilat dient in overeenstemming te zijn met de SKH-publicatie 03-01 d.d. 2005-01-01.

De Leilatten dienen over meer dan twee steunpunten door te lopen. Stuiknaden tussen de leilatten dienen altijd verspringend op de tengels of ribben te worden aangebracht en zonodig te worden ondersteund.

### 2.6 Dampremmende laag

Dampremmende lagen (b.v. PVC- of PE-folies met een hoge dampdiffusie-weerstand) mogen alleen worden aangebracht op een dakbeschot (b.v. bij renovatie) als hier bovenop isolatie-materiaal wordt aangebracht.

Bij toepassing van dampremmende lagen dienen de dampdiffusie-weerstanden van de lagen en de plaats in de dakopbouw inclusief de isolatie op elkaar afgestemd te zijn.

In deze situaties dient altijd nagegaan te worden of de gebruikers van het gebouw onder het dakbeschot zelf maatregelen hebben getroffen, zoals aftimmeringen, dampremmende lagen, warmte-isolatiemateriaal, e.d.

Tevens is het in deze situatie noodzakelijk advies van een deskundige te vragen omdat een en ander van grote invloed kan zijn op de bouwfysische opbouw en het gedrag van de totale dakconstructie.

### 2.7 Bevestigingsmiddelen

Voor de bevestiging van de leilatten dienen nagels met geperste platte kop te worden toegepast met de volgende minimum afmetingen:

- bij een leilat van 28 mm x 34 mm:  $\varnothing$  2,7 mm, lang 65 mm;
- bij een leilat van 32 mm x 34 mm:  $\varnothing$  3,0 mm, lang 70 mm;
- bij een leilat van 32 mm x 52 mm:  $\varnothing$  3,0 mm, lang 70 mm.

In afwijkende gevallen (bijv. als nagels onder het dakbeschot uitsteken, of onvoldoende hecht lengte aanwezig is) dienen de afmetingen te worden aangepast (b.v. dikker zodat een zelfde uittrekwaarde wordt verkregen).

Bij renovatie dienen de afmetingen te worden bepaald, rekening houdend met de dikte van het dakbeschot.

Eventueel kunnen gewalste en/of schroefdraadnagels worden toegepast.

Bij toepassing van schietspijkers (al of niet geribd) en schroeven, dienen de afmetingen te worden vastgesteld conform NEN 6762 en NEN 6760.

Bij toepassing van prefab dakelementen of daksegmenten is de bevestiging met nieten toegestaan, mits dit fabrieksmatig is gebeurd en is aangetoond dat wordt voldaan aan NEN 6702 en NEN 6760 (bijv. d.m.v. een KOMO<sup>®</sup>-attest-met-productcertificaat).

### 3 DAKBEDEKKING

#### 3.1 Algemeen

Het leidekkersbedrijf dient schriftelijk met de opdrachtgever overeen te komen de kwaliteit en duurzaamheid (via b.v. een garantiecertificaat van leverancier c.q. importeur) van de natuursteenleien zonodig vergezeld van een keuringsrapport van de desbetreffende leien.

De herkomst van de leien dient aantoonbaar te zijn door middel van een origineel van het "Certificaat van oorsprong" bij iedere levering. Levering van de partij leien dient indien mogelijk in één keer te geschieden en uit dezelfde groeve afkomstig te zijn.

Eventuele keuring van de leien en de te stellen eisen dienen vooraf schriftelijk met de opdrachtgever te worden overeengekomen.

Bij partijen groter dan 400 m<sup>2</sup> dient een dergelijk keuringsrapport bij het leidekkersbedrijf aanwezig te zijn waarin tevens de duurzaamheid is aangegeven.

#### 3.2 Controle bij aflevering

De leidekker dient bij aflevering van de natuursteenleien op de volgende punten te controleren:

- Een visuele controle om na te gaan of de geleverde lei overeenkomt met hetgeen is besteld aan de hand van een eerder door de importeur ter hand gesteld monster. Het gaat hierbij met name om kleur en afmeting
- Bij aanvoer nagaan of de leien geen zichtbare gebreken vertonen als gevolg van het transport en opslag. Eventuele schade moet binnen 2 werkdagen worden gemeld bij de leverancier.
- Nagaan of de keuringsbescheiden aanwezig zijn. Deze bestaan uit: een Certificaat van oorsprong van de groeve, zoals vastgelegd in de Europese richtlijnen; en indien overeengekomen met de opdrachtgever een schriftelijk verslag van de visuele keuring; een schriftelijk verslag van de chemisch-fysische keuring en de petrografische keuring conform NEN-EN 12326-1 en NEN-EN 12326-2.
- Nagaan of de labels van de gemerkte kratten overeenstemmen met de bij het keuringsbescheiden geleverde lijst.

Verder dient een visuele controle te worden uitgevoerd op de volgende aspecten:

##### Oppervlak:

- Het oppervlak van voor- en achterzijde moet vrij zijn van barsten.
- In het oppervlak van voor- en achterzijde mogen geen met het blote oog zichtbare kwartskorrels, kristallen van ijzer-zwavelverbindingen of oneffenheden voorkomen.
- Nadat eventuele dunne losse schilfers zijn verwijderd, moeten de leien helder klinken wanneer zij met een metalen voorwerp worden aangeslagen.
- De leien moeten vlak zijn. Wanneer stapeltjes van 10 leien wordt gemaakt mogen deze niet wiebelen.
- Als er spijkergaten reeds zijn aangebracht, controleer dan of ze op de juiste plaats zijn aangebracht.

##### Afmetingen:

- De dikte van de leien dient individueel minimaal 2,5 mm te bedragen en gemiddeld ten minste 4 mm (gemiddelde van 10 metingen), gemeten volgens paragraaf 8.2 van de NEN-EN 12326-2

### 4 HULPMATERIALEN

#### 4.1 Algemeen

Onder hulpmaterialen worden de materialen verstaan die nodig zijn bij de bevestiging van de tengels en leilatten, het aanbrengen van de leien, zoals verankeringen e.d. die nodig zijn bij de afwerking van het leien dak.

Te denken valt hierbij aan bevestigingsmiddelen (nagels, leihaken, e.d.), lood-, koper- en zinkwerk, etc. De leidekker dient zich er van te vergewissen dat de benodigde (hulp)materialen op het werk aanwezig zijn en een visuele controle uit te voeren of geleverd is wat door de opdrachtgever c.q. aannemer of uitvoerder is besteld (ook indien zelf is besteld).

#### 4.2 Eisen aan hulpmaterialen

##### 4.2.1 Verankeringsmiddelen

Voor de bevestiging van de leien kunnen de navolgende verankeringsmiddelen worden toegepast:

- a. Leihaken: Type B316 die ten minste uit RVS-draad  $\varnothing$  2,7 mm gevormd worden (zie figuur 1). De overige afmetingen van de leihaak zijn afhankelijk van de lei-overlap en de dikte van de lei.
- b. Leinagels koper: Type platkopnagel met gekartelde stift. Draaddiameter ten minste 3 mm met een lengte van 32 mm voor natuursteenleien met een dikte tot 7 mm. Voor dikkere leien dient de leidekker de afmetingen van de leinagels dusdanig aan te passen, dat deze voldoen aan de prestatie-eis conform NEN 6707 (zie figuur 2)
- c. Leinagels RVS: Type platkopnagel met gekartelde stift. Draaddiameter ten minste 2,8 mm met een lengte van 32 mm (zie figuur 2).  
Indien het dakbeschot te hard is voor de toepassing van koperen leinagels (bijvoorbeeld eiken) kunnen RVS leinagels worden toegepast).

- Functionele eis : voldoende weerstand bieden tegen windbelasting conform NEN 6702, NEN 6707 en NPR 6708.
- Prestatie eis : aantonen door middel van berekening of beproeving (zie NEN 6707).

##### **Kwaliteit:**

- a. Leihaken: roestvast staal (RVS) ten minste AISI 316 conform USA Steel Products Manual, of gelijkwaardig aan NEN-EN 10088-3.
- b. Leinagels koper: koper, 99,9% zuiver rood koper dan wel een aantoonbaar vergelijkbare kwaliteit.
- c. Leinagels RVS: roestvast staal (RVS) ten minste AISI 316 conform USA Steel Products Manual, of gelijkwaardig aan NEN-EN 10088-3.

In afwijkende gevallen (bijvoorbeeld als de nagels onder het dakbeschot doorsteken, of onvoldoende hechtlengthe aanwezig is) dienen de afmetingen te worden aangepast (bijvoorbeeld dikker, zodat de zelfde uittrekwaarde wordt verkregen).

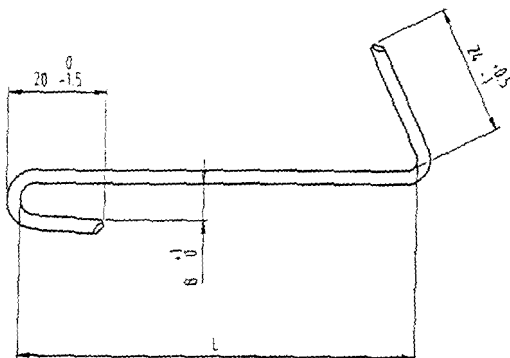
Bij renovatie dienen de afmetingen te worden bepaald, rekening houdend met de dikte van het dakbeschot. Eventueel kunnen schroefdraadnagels worden toegepast.

##### **Toelichting**

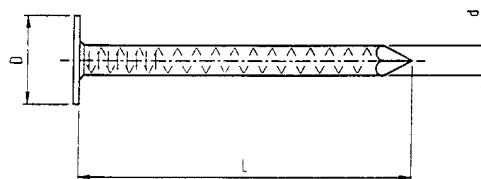
Van de toegepaste verankeringsmiddelen anders dan de hiervoor omschreven leihaak Type B316 en leinagels, dient een gecertificeerd bedrijf ten genoegen van de certificatie-instelling een beproevingsrapport te overleggen, waarin de beproevingsresultaten zijn weergegeven conform NEN 6707.

De lengte (L) van de leihaak (binnenmaat) is de vereiste overlap + 2 x de draaddiameter.

De bekbreedte (binnenmaat) van de leihaak (B) is de gemiddelde leidikte + 1 mm.



Figuur 1. Leihaak type B316



Figuur 2. Leinagel

#### 4.2.2 Lood

Voor het toegepaste lood voor loketten en dergelijke dient minimaal de navolgende kwaliteit te worden gebruikt (overeenkomstig NEN-EN 12588 en Informatieblad Bouwlood 03-10 van de Stichting Bouwlood), voorzover niet elders anders (bestek o.d.) is bepaald:

- voor het invlechten (b.v. vlechthoek bij hoekkepers) 12 kg/m<sup>2</sup>;
- voor vlinderloketten op hoekkepers met leien gedekt 15 kg/m<sup>2</sup>;
- voor indek- of onderloketten 15 kg/m<sup>2</sup>;
- voor voetlood en muurloketten 20 kg/m<sup>2</sup>;
- voor nokken en hoekkepers 25 kg/m<sup>2</sup>, voor vliedernok 18 kg/m<sup>2</sup> (detail 6f);
- voor killen en verholten goten (zgn. Keulse goot) 25 kg/m<sup>2</sup>;
- voor goten 30 kg/m<sup>2</sup>.

Om de kruipweerstand te verhogen dient het lood 0,03 tot 0,06 % koper te bevatten. Op plaatsen waar het lood rechtstreeks in aanraking kan komen met het buitenklimaat verdient het aanbeveling om het lood te patineren of te behandelen met een daarvoor geschikte bescherm laag (NEN-EN 12588).

Voor monumenten wordt verwezen naar RDMZ-info nr.35"Bladlood op monumenten."

#### 4.2.3 Zinkwerken

Het bladzink dat wordt toegepast dient te bestaan uit bandgewalst titaanzink (dit is zink met een zuiverheid van ten minste 99,7 % waaraan circa 0,3 % andere metalen zijn toegevoegd, waaronder titaan).

Het kwaliteit van het bladzink en de dikte is afhankelijk van de toepassing (zie hiervoor onder andere BRL 5212 en de bijbehorende Ontwerp- en uitvoeringsrichtlijnen voor zinken dakbedekkingsconstructies en gootconstructies, uitgave IKOB-BKB).

Ingeval leien worden toegepast waarin kiezelzuur voorkomt dient het zink te worden voorzien van een daarvoor geëigende coating.

Voor monumenten wordt verwezen naar RDMZ-info nr.35"Bladzink op monumenten."

### 4.2.4 Koper

Voor bladkoper wordt alleen zuurstofvrij fosfor geoxideerd koper toegepast, volgens de Europese norm NEN-EN 1172, bekend onder de code SF-Cu of Cu-DHP. Het bladkoper dat wordt toegepast dient te bestaan uit halfhard koper (R240 of F24) voor voetkoper en goten. Voor complexe dakvormen dient dit te bestaan uit zacht koper (R220 of F22). De dikte van het bladkoper is afhankelijk van de toepassing, maar mag in geen geval dunner zijn dan 0,7 mm.

Ter informatie wordt verwezen naar RDMZ-info nr. 33 'Bladkoper op monumenten' en Informatieblad I 27 Koperen goten & hemelwater-afvoeren van de Monumentenwacht.

### 4.2.5 Veiligheidshaken

Indien veiligheidshaken (ook wel ladderhaken genoemd) worden toegepast dienen deze haken te voldoen aan NEN-EN 517 "Geprefabriceerde toebehoren voor daken. Veiligheidshaken". Ze worden dikwijls toegepast op daken van monumenten voor het veilig uit kunnen voeren van onderhoud en inspectie (Monumentenwacht).

Voor de plaats van de veiligheidshaken en de bevestiging aan de onderliggende dakconstructie wordt verwezen naar "Aanbevelingen voor de bereikbaarheid en de toegankelijkheid van monumenten" (RDMZ RV 1992/27-14)

### 4.2.6 Folie

Mandragend waterkerend dampopen folie dient te voldoen aan BRL 4708 deel 1.

### 5. VERWERKINGSRICHTLIJNEN LEIEN VAN NATUURSTEEN

#### 5.1.1 Algemeen

In deze verwerkingsrichtlijnen voor leien van natuursteen en bijbehorende hulpmaterialen zijn alleen details opgenomen die betrekking hebben op het verwerken van de leien.

Uitdrukkelijk zij vermeld, dat details van de onderliggende constructie geen deel uitmaken van deze verwerkingsrichtlijnen en evenmin ter verantwoording zijn van de leidekker.

Ze zijn alleen opgenomen ter informatie van de leidekker om zonodig aan te kunnen geven waar de leidekker op moet letten (visuele controle) alvorens over te gaan op het daadwerkelijke aanbrengen van de leien (zie ook hoofdstuk 2).

#### 5.1.2 Transport en opslag op de bouwplaats

Transport en opslag op de bouwplaats

Na aflevering van de leien in kratten op de bouwplaats dient het volgende gewaarborgd te zijn:

- Opslag van de kratten op een vlakke en droge ondergrond
- De kratten mogen niet op elkaar gestapeld worden en voldoende bereikbaar te zijn voor controle
- Alle kratten dienen afgedekt te worden met een dekzeil om het indringen van water te voorkomen.
- Tijdens het transport op de bouwplaats moeten de leien met zorg behandeld worden om breuk en krassen te voorkomen.
- Op de steiger waar de leien worden verwerkt, worden de leien zoveel mogelijk staand opgeslagen om breuk te voorkomen.

#### 5.1.3 Controle vooraf van de ondergrond

Alvorens aan te vangen met het eigenlijke leidekken dient de leidekker (zoals reeds eerder vermeld) een visuele controle uit te voeren op de ondergrond, de dakelementen respectievelijk dakconstructie en op de materialen.

Deze ondergrond dient dusdanig te zijn uitgevoerd dat een goed en waterdichte leiendak kan worden aangebracht. Hierbij dient men te letten op vlakheid, hoogteverschillen, doorbuigingen en sterkte (zie hoofdstuk 2.2 en 2.3).

Indien niet wordt voldaan aan de gestelde eisen of afwijkingen worden geconstateerd, dient de bouwdirectie of opdrachtgever (schriftelijk) te worden gewaarschuwd en een en ander op het IKB-formulier te worden vermeld.

#### 5.1.4 Tengels en leilatten

Indien het dakbeschot nog niet is voorzien van tengels, indien nodig afhankelijk van de soort dekking, en/of leilatten dienen deze (indien noodzakelijk en overeengekomen met de opdrachtgever) te worden aangebracht. Hierbij dient aandacht te worden besteed aan:

- de minimaal vereiste vrije tengelhoogte;
- het plaatsen van de tengels;
- het plaatsen van de leilatten (evenwijdig);
- het lassen van de leilatten; onder de las leilatstukken bijplaatsen over drie tengels c.q. ribben in verband met de veiligheid;
- bij woningscheidende wanden, de leilatten onderbreken in verband met geluidseisen (ten minste 10 mm) en letten op wisseling van dakbeschot; eventueel leilatten uitvullen.

De afmetingen en/of de h.o.h.-afstanden van de tengels en de leilatten zijn afhankelijk van:

- het onderliggende dakbeschot c.q. dakelement
- de dakhelling
- het type lei, de afmetingen van de lei en de overlap.

De afmetingen van de tengels en de leilatten zijn gegeven in hoofdstuk 2.4 en 2.5.

### 5.1.5 Aanbrengen dampremmende laag en bijbehorende isolatie

In hoofdstuk 2.7 is aangegeven onder welke condities een dampremmende laag kan worden toegepast. De dampremmende laag dient als volgt te worden aangebracht:

- Breng de banen horizontaal aan met voldoende overlapping van minimaal 150 mm dan wel 50 mm indien de naden goed worden afgedicht met een duurzame en blijvend hechtende tape, zodat een geheel gesloten dampscherm wordt verkregen;
- Laat de dampremmende laag in de nok doorlopen (afhankelijk van de detaillering);
- Zorg dat de dampremmende laag overal voldoende doorloopt en geen openingen ontstaan bij aansluitingen.

### 5.1.6 Isolatiematerialen

Indien isolatiemateriaal op het dakbeschot moet worden aangebracht dient dit te geschieden conform de voorschriften van de desbetreffende producent.

Materialen welke worden geleverd onder een geldige kwaliteitsverklaring (KOMO<sup>®</sup>-productcertificaat of attest-met-productcertificaat) verdienen de voorkeur.

## 5.2 Verankering

Conform het Bouwbesluit moet de dakbedekking worden verankerd zoals aangegeven in NEN 6707 "Bevestiging van dakbedekkingen. Eisen en bepalingsmethoden". Op basis van deze norm is een Nederlandse Praktijk Richtlijn (NPR) opgesteld, NPR 6708 "Bevestiging van dakbedekkingen. Richtlijnen". Indien men dakbedekking verankert conform deze NPR mag worden aangenomen dat aan de eisen uit het Bouwbesluit wordt voldaan. Een NPR heeft echter geen status zodat bij geschillen, schadegevallen, e.d. altijd NEN 6707 de beoordelingsgrondslag zal vormen.

Conform het "Besluit indieningvereisten aanvraag bouwvergunning" dient bij een bouw aanvraag onder andere een berekening van de verankering en de bevestiging van de dakbedekking ingeleverd te worden, zowel voor nieuwbouw als voor renovatie. Indien geen bouw aanvraag vereist is (b.v. bij meldingsplichtige bouwwerken) dient men echter wel altijd aan de zelfde eisen te voldoen.

Voorbeelden van meldingsplichtige bouwwerken zijn, onder bepaalde voorwaarden, garages, schuurtjes, fietsenhokken, serres, etcetera (zie hiervoor Besluit meldingsplichtige bouwwerken, Staatsblad 196 d.d. 27-4-1992 en de toelichting op de Model-bouwverordening 1992).

De verankering van de leien op de onderconstructie dient te geschieden met de in hoofdstuk 4.2.1 gespecificeerde verankeringsmiddelen.

De lengte van de toe te passen leihaken wordt bepaald door de minimum overlap van de leien afhankelijk van de dakhelling, de dakschildlengte en de afmetingen van de lei (zie tabel 2 en 3).

In navolgende tabel zijn afhankelijk van de gebouwhoogte en het windgebied het minimaal aantal toe te passen leihaken en leinagels gegeven voor zadeldaken en lessenaarsdaken.

Voor andere dakvormen dan zadeldaken of lessenaarsdaken dient men het in de tabel aangegeven aantal leihaken aan te houden als voor lessenaarsdaken.

Bij spitsen en uivormige bekroningen op torens dient de bedekking stormvast bevestigd te zijn. Bij de toepassing van leihaken wordt dit gerealiseerd door de leien van elke 3e rij tevens te voorzien van 1 extra leinagel (zogenaamde zijnageling).

## UITVOERINGSRICHTLIJNEN VOOR DAKBEDEKKINGSCONSTRUCTIES

### MET LEIEN VAN NATUURSTEEN, Deel 1. MAASDEKKING

---

Bij toepassing van leinagels kunnen de zelfde aantallen worden aangehouden zoals aangegeven in tabel 1. Verder dient aan de volgende voorwaarden te worden voldaan:

- de leien dienen te zijn aangebracht op een gesloten onderconstructie (gangbaar dakbeschot voldoet hieraan).
- de rekenwaarde voor het gewicht van de leien dient tenminste  $200 \text{ N/m}^2$  te bedragen (enkele dekking). Indien de rekenwaarde van de leien minder bedraagt dient het aantal haken te worden verhoogd met 1 haak voor iedere 54 N of deel daarvan dat de rekenwaarde lager is dan  $200 \text{ N/m}^2$  (tussen 146 en 200 met 1 haak, tussen 92 en 146 met 2 haken, enzovoort).
- Bij dakhellingen lager dan 30 graden en bij leien op latten zonder onderliggend beschot, dient de bevestiging per geval te worden berekend.

# UITVOERINGSRICHTLIJNEN VOOR DAKBEDEKKINGSCONSTRUCTIES

## MET LEIEN VAN NATUURSTEEN, Deel 1. MAASDEKKING

**Tabel 1.** *Minimum aantal leihaken/nagels per m<sup>2</sup> dakvlak afhankelijk van nokhoogte, windgebied en dakvorm*

Nokhoogte gebouw in m	windgebied I		windgebied II		windgebied III	
	zadeldak	lessenaarsdak	zadeldak	lessenaarsdak	zadeldak	lessenaarsdak
0 - 2	7	9	5	7	4	5
3	8	11	5	7	4	5
4	9	12	7	9	4	6
5	10	14	8	10	5	7
6	11	15	8	11	6	8
7	12	16	9	12	7	9
8	13	17	10	13	7	10
9	13	18	10	14	8	11
10	14	19	11	15	8	11
11	14	29	11	15	9	12
12	15	20	12	16	9	12
13	15	20	12	16	10	13
14	16	21	13	17	10	13
15	16	22	13	18	10	14
16	16	22	13	18	11	14
17	17	22	14	18	11	15
18	17	23	14	19	11	15
19	17	23	14	19	11	15
20	18	24	15	20	12	16
25	19	26	16	21	13	17
30	20	27	17	23	14	19
35	21	28	18	24	15	20
40	22	29	19	25	15	21
45	23	30	19	26	16	22
50	23	31	20	27	17	22
55	24	32	21	28	17	23
60	24	33	21	28	18	24
65	25	34	22	29	18	24
70	26	34	22	30	19	25
75	26	35	23	30	19	26
80	26	35	23	31	19	26
85	27	36	23	31	20	26
90	27	36	24	32	20	27
95	28	37	24	32	20	27
100	28	37	25	33	21	28
110	29	38	25	34	21	29
120	29	39	26	34	22	29
130	30	40	26	35	22	30
140	30	40	27	36	23	31
150	31	41	27	36	23	31

### 5.3 Soorten dekkingspatronen met natuursteenleien

Leien kunnen volgens diverse dekkingspatronen worden verwerkt afhankelijk van de beoogde toepassing en esthetische voorkeuren, te weten:

- de Maasdekking;
- Oud Duitse dekking (enkele of dubbele dekking);
- Rijndekking (enkele en dubbele dekking);
- Koeverdak.

In deze publikatie, Deel 1, is de Maasdekking uitgewerkt.

#### 5.3.1 Toegestane dakhelling

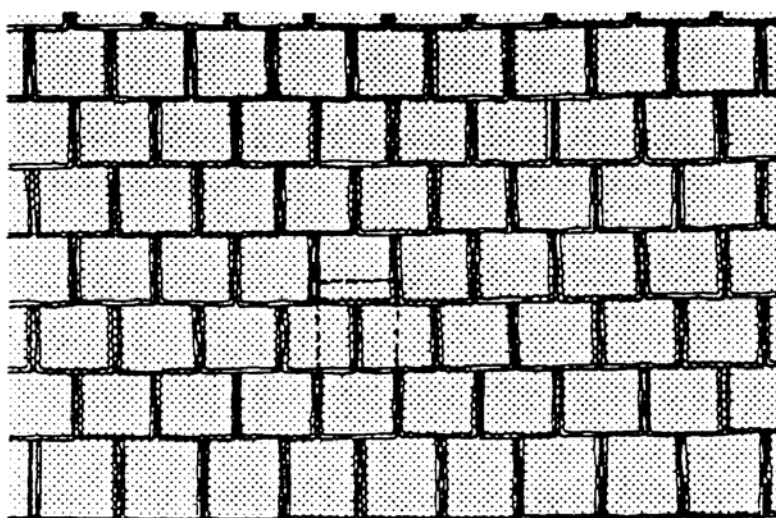
Bij de maasdekking kunnen de leien worden toegepast vanaf een dakhelling van 30°. Lagere dakhellingen tot 22° zijn toegestaan mits een waterdicht onderdak wordt aangebracht (bijvoorbeeld een spinvliesfolie). Per geval dient een en ander door of namens de opdrachtgever bouwfysisch te worden beoordeeld.

### 5.4 Maasdekking

#### 5.4.1 Algemeen

De Maasdekking kenmerkt zich door het gebruik van rechthoekige leien, meestal in dezelfde afmetingen. Soms zijn de leien aan twee zijden afgehakt. Met afgeronde leien spreekt men dan van een "Rensdak" en met afgehakte hoeken in het zicht van een "Lammekoppendak". De leien worden altijd "in verband" gelegd; de regen- en windrichting spelen bij maasdekking geen rol.

Leien in Maasdekking kunnen worden aangebracht op een vlak dakbeschot of op tengels en leilatten. De bevestiging van de leien kan geschieden met leinagels of met leihaken of een combinatie hiervan. Indien de leien op een vlak dakbeschot worden aangebracht dat bestaat uit houten delen, dient deze houten delen horizontaal te zijn aangebracht om te voorkomen dat de leien breken als gevolg van het werken van de houten delen (leinagels en leihaken van één lei in hetzelfde houten deel).



**Figuur 3. Maasdekking**

**5.4.2 Formaten**

De afmetingen van de rechthoekige natuursteenleien zijn afhankelijk van de herkomst, zie hiervoor de documentatie van de betreffende leverancier c.q. producent. Voor de maasdekking dient de leihogte ten minste 3 maal de overlapping te zijn en de breedte ten minste 2 maal de overlap (zie tabel 2 en 3).

**5.4.3 Minimale overlapping**

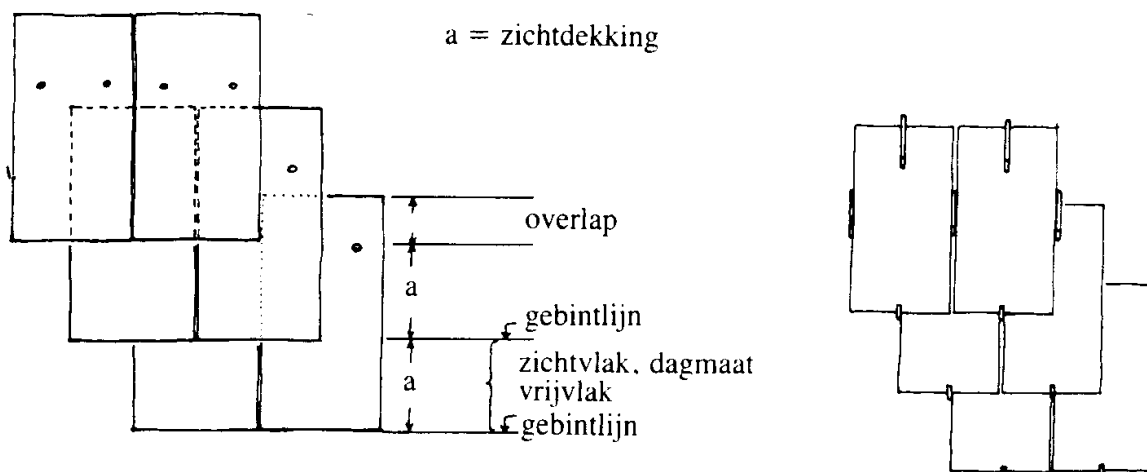
De minimale overlap van de leien is afhankelijk van:

- *de dakhelling;*  
Naarmate de dakhelling afneemt (flauwer wordt) zal de minimum overlap toenemen.
- *de lengte van het dakschild in horizontale projectie;*  
Naarmate het dakvlak langer wordt zal er meer water moeten worden afgevoerd en ontstaat er een grotere stroomsnelheid.
- *de afmetingen van de lei;*  
Over het algemeen zal men bij lagere dakhellingen grotere leiafmetingen toepassen. Bij grotere leiafmetingen wordt ook een grotere overlap toegepast
- *de bevestigingswijze van de lei;*  
Bij de bevestiging van de leien met leihaken dient de overlap groter te zijn dan bij een bevestiging met leinagels.

Met de overlap (ook wel veiligheidswaarde genoemd) wordt bedoeld de overdekking van de leien van de derde rij over de leien van de eerste rij, zie onderstaande schetsen.

Zijdelingse overlapping.

De passtukken mogen niet smaller zijn dan 2/3 van de breedte van de toegepaste lei. Bovendien bedraagt de minimale zijdelingse overlapping 6 cm.



# UITVOERINGSRICHTLIJNEN VOOR DAKBEDEKKINGSCONSTRUCTIES

## MET LEIEN VAN NATUURSTEEN, Deel 1. MAASDEKKING

In navolgende tabellen zijn de minimum overlappen gegeven afhankelijk van de dakhelling, de lengte van het dakvlak in horizontale projectie, het windgebied en genagelde (tabel 2) of gehaakte uitvoering (tabel 3).

**Tabel 2. Minimum overlap afhankelijk van dakhelling en lengte dakvlak en windgebied in genagelde uitvoering**

Dakhelling in graden	lengte verticale lei-overlap in mm								
	lengte dakvlak tot 5,50 m			lengte dakvlak 5,51 m tot 11 m			lengte dakvlak groter dan 11 m		
	Windgebied			windgebied			windgebied		
	gebied III	gebied II	gebied I	gebied III	gebied II	gebied I	gebied III	gebied II	gebied I
≥22°	100	115	130	115	130	145	130	145	155
≥25°	95	110	120	110	120	130	120	130	145
≥30°	85	95	105	95	105	115	105	115	125
≥35°	80	90	100	90	100	105	100	105	115
≥40°	75	85	90	85	90	100	90	100	105
≥45°	70	80	85	80	85	95	85	95	100
≥50°	70	75	85	75	85	90	85	90	95
≥55°	70	75	85	75	85	85	85	85	90
≥60°	65	70	75	70	75	80	75	80	90
≥65°	65	70	75	70	75	80	75	80	85
≥70°	60	70	75	70	75	80	75	80	85
≥75°	60	65	70	65	70	75	70	75	80

**Tabel 3. Minimum overlap afhankelijk van dakhelling en lengte dakvlak en windgebied in gehaakte uitvoering**

dakhelling in graden	lengte verticale lei-overlap in mm								
	lengte dakvlak tot 5,50 m			lengte dakvlak 5,51 m tot 11 m			lengte dakvlak groter dan 11 m		
	Windgebied			windgebied			windgebied		
	gebied III	gebied II	gebied I	gebied III	gebied II	gebied I	gebied III	gebied II	gebied I
≥22°	125	140	*	140	*	*	*	*	*
≥25°	115	125	135	125	135	150	135	150	*
≥30°	95	105	115	105	115	125	115	125	135
≥35°	85	95	100	95	100	110	100	110	120
≥40°	75	85	90	85	90	100	90	100	110
≥45°	70	80	85	80	85	95	85	95	100
≥50°	70	75	85	75	85	90	85	90	95
≥55°	70	75	85	75	85	85	85	85	90
≥60°	65	70	75	70	75	80	75	80	90
≥65°	65	70	75	70	75	80	75	80	85
≥70°	60	70	75	70	75	80	75	80	85
≥75°	60	65	70	65	70	75	70	75	80

\*) Er is geen grotere lengte leihaak dan 150 mm. In die gevallen nagelen.

Cursief gedrukt, 22° tot 30° bijvoorbeeld bij dakvlakonderbrekingen (b.v. dakkapellen) met waterdicht onderdak.

### 5.4.4 Aanbrengen van tengels

Indien de leien op leilatten worden aangebracht, dienen eerst tengels van 20 mm x 32 mm te worden aangebracht (zie hoofdstuk 2.4 en 2.5).

### 5.4.5 Aanbrengen van de leilatten

Na het eventueel aanbrengen van de tengels worden de leilatten van de juiste afmeting aangebracht (zie hoofdstuk 2.5 en 2.7).

De hart op hart afstand van de leilatten is afhankelijk van het formaat van de leien en de minimaal vereiste verticale overlap.

De hart-op-hart afstand van de leilatten is te berekenen met de volgende formule:

$$\frac{\text{hoogte lei} - \text{overlap}}{2} + 0,5\text{cm}$$

Indien men leien aanbrengt rechtstreeks op het dakbeschoot met behulp van leihaken dient men rekening te houden met 0,5cm speling tussen bovenkant lei en de leihaak.

### 5.4.6 Aanbrengen van de leien

Begonnen wordt met de leien te sorteren op drie diktes. De dikste leien komen onderaan en de dunste bovenaan het dakvlak. Op deze wijze wordt het ontstaan van "gapers" (openstaande lei onderzijden door dikteverschillen van de leien onderling) tegengegaan. Het gereede leien dak krijgt hiermee een esthetisch fraaier aanzien (vakmanschap).

De leien moeten in verband met breukgevaar voorzichtig naar het dak worden getransporteerd.

Vervolgens worden de smetlijnen aangebracht.

Voor de bevestiging van de voetleien, de hoekleien en de kopleien worden leinagels gebruikt. De gaatjes worden vanaf de achterzijde van de leien aangebracht. De leinagel kan hierdoor "los-vast" verzonken worden ingeslagen (bij te los ingeslagen nagels kunnen de leien gaan kleppen).

De onderste rij leien (de voetleien) worden het eerst met de onderste rij haken aangebracht. De hoogte van deze leien komt overeen met het zichtvlak plus de overlap. De voetleien worden met nagels vast gezet. Tussen deze leien wordt dan de eerste rij leihaken geplaatst.

Om het keperen van de onderste leien te voorkomen laat men de muurplaat iets doorlopen of wordt er onderaan de voet van het dakbeschoot een schuin latje (duivenlatje) van 10 tot 12 mm dik aangebracht om de eerste laag leien de nodige schuinte te geven. Het voetlood wordt over dit latje aangebracht.

Leihaken worden in de voegen tussen de leien aangebracht. De leien worden in de leihaken geschoven; de leien moeten lostvast in de haak zitten. De leien worden van onder naar boven (trapsgewijs) aangebracht.

De leihaken worden steeds ter plaatse van de snijpunten van de verticale en de horizontale smetlijnen bevestigd of ter plaatse van de horizontale smetlijn, 5 mm van de bovenkant leilat. De leien worden zijdelings gesteund door de haken van de bovenliggende rij leien. Afstand tussen de leien (horizontaal) niet groter dan de dikte van de leihaak. Zorg dat de haken niet in de naden van het dakbeschoot terecht komen.

Indien de leien worden genageld werkt men in dezelfde volgorde.

De nagels dienen tenminste 40 mm van de rand van de lei te worden aangebracht, vlak boven de onderliggende lei. Bij genagelde uitvoering dient het dakbeschoot bestaande uit houten delen bij voorkeur horizontaal te lopen.

### 5.4.7 Aandachtpunten bij de detaillering

#### 5.4.7.1 De goot (detail 1 en 2).

Om het keperen van de onderste leien te voorkomen laat men de muurplaat iets doorlopen of wordt er onderaan de voet van het dakbeschot een schuin latje (z.g. duivenlat) van 10 tot 12 mm dik aangebracht om de eerste laag leien de nodige schuinite te geven. Dit latje moet onder het voetlood worden aangebracht. Soms is het onderste deel van het dakbeschot opgedikt door toepassing van een schegstuk.

Vóór het plaatsen van de voetleien wordt het voetlood (over het duivenlatje) aangebracht en voorzien van een felskant of ingewerkt tussen de houten delen van het dakbeschot. De voetstroken aan brengen met een overlap afhankelijk van de lengte van de leihaken van tenminste 70 mm en niet langer dan 1,5 m.

De voetleien (onderkant tenminste 20 mm boven bovenkant goot) steken circa 10 mm voorbij de onderzijde van het dakbeschot. De bevestiging van de voetleien geschied in het midden (verticaal) van de voetleihooft. In de breedte worden de voetleien op circa 40 mm vanuit de zijkant van de lei van een nagel voorzien.

Conform het Bouwbesluit mogen geen openingen voorkomen die breder zijn dan 10 mm breed. Zonodig dient hier een vogel/muisschroot te worden aangebracht.

Aan de linker- en rechterzijde van het dak wordt begonnen met het plaatsen van een halve voetlei om de daaropvolgende overlappende hele lei goed te kunnen verankeren.

Indien de leien worden bevestigd met leihaken worden tussen de voetleien de leihaken voor de overlappende leien geplaatst. Deze leihaken steken ca. 10 mm voorbij de voetleien zodat deze door de overdekkende rij geheel wordt afgedekt.

Vervolgens kan het dak met hele leien worden gedekt.

#### 5.4.7.2 Nokaansluiting (detail 3,4 en 5).

De nokaansluiting kan op de volgende manieren worden uitgevoerd, t.w.:

- a. met noklood over een ruiters;
- b. met stroomlaag en lood;

Voor een goede nokaansluiting en bevestiging van de leien dient het bovenste houten deel van het dakbeschot een hele plank te zijn. Eventueel uitvullen van het dakvlak dient daaronder pas te gebeuren.

##### a. Nok met noklood over een ruiters.

Op de ruiters is aan weerszijden een afgeronde lat bevestigd.

De ruiters dient op de ondergrond mechanisch te worden bevestigd overeenkomstig NEN 6707, bijvoorbeeld met ruiterssteunen (rekenwaarde voor de bevestiging tenminste 1000 N/m). Het bekleden van de ruiters kan met lood dat uit drie delen bestaat, maar ook met lood dat uit één stuk bestaat (loodkwaliteit tenminste 25 kg/m<sup>2</sup>).

Bij de bekleding van de ruiters met lood uit één stuk dient de ontwikkelde loodbreedte te worden opgemeten. De lengte van de loodstroken mag in verband met de werking van het lood niet groter zijn dan 1 m en te worden aangebracht met een overlap van tenminste 100 mm rekening houdend met de meest voorkomende windrichting.

De bevestiging van het lood op de zijkant van de ruiters dient te worden uitgevoerd met RVS nagels waarbij over de nagel een trotseerloodje wordt gesoldeerd.

Bij de aansluiting van het lood op de leien kan bij toepassing van leihaken het lood in de leihaken worden geschoven. Indien de leien worden bevestigd door middel van nagels dient aan de onderzijde van de loodstroken een felskant te worden aangebracht. De overlapping van het lood over de leien dient minimaal 150 mm te bedragen.

Bij de montage van de 3-delige loodnokconstructie wordt eerst ter weerszijden van de nok de strook lood bevestigd en tegen de ruiters vastgezet. Hierna wordt de strook zodanig op de ruiters geplaatst dat de onderliggende strook tenminste 70 mm wordt overlapt.

Ook bij deze constructie dient de loodstrook niet langer te zijn dan 1 m en verwerkt rekening houdend met de meest voorkomende windrichting.

### **b. Nok met stroomlaag en lood.**

Door het plaatsen van een stroomlaag met verticaal of horizontaal geplaatste leien kan een soms voorkomend maatprobleem worden opgelost. De onderzijde van de bovenste lei die niet wordt overdekt kan aan de onderzijde worden afgerond. De verticale overlap van de stroomlaag op de onderliggende leien dient dezelfde te zijn als op het overige dak is toegepast. Voor de horizontale overlap van de leien die in de stroomlaag worden toegepast dient de "maashoogte" te worden aangehouden. De sluitlei van de stroomlaag wordt altijd een volle lei uit de gevel geplaatst. Het lood dient te worden aangebracht met een overlap van minimaal 150 mm over de stroomlaag.

### **5.4.7.3 Dakdoorbrekingen (detail 13a/b/ c).**

Beëindigingen naast dakdoorbrekingen dienen altijd te worden uitgevoerd met een hele lei (en daaronder en boven een halve lei). Hierna weer zo snel mogelijk terug naar het halfsteens verband.

Bij de aansluiting met opgaand metselwerk en dakkapellen wordt (bij het gebruik van indeklood) om de leienrij een indeklood geplaatst met een breedte van tenminste 100 mm en een verticale opstand van tenminste 75 mm. De lengte van het indeklood dient dezelfde maat te hebben als de lengte van de lei.

Hierbij dient het indeklood steeds 10 mm van de onderzijde van de overlappende lei terug te liggen zodat het lood uit het zicht is.

Eventueel te plaatsen loketten in het metselwerk dienen tenminste 60 mm in het metselwerk te worden ingeslepen en voorzien van een felskant met loodproppen in de voeg vastgezet. De ingebrachte loodloketten dienen tot op de leibedekking door te lopen (verticaal).

Bij aansluiting van het voetlood dient een overlap op de onderliggende leien aanwezig te zijn als de overlap van de leien onderling. Bij bevestiging van de leien met leihaken kan het lood doorlopen tot in de haak.

Aansluitingen met dakdoorvoeren en dakvensters dienen op dezelfde wijze te worden uitgevoerd. Bij dakvensters worden veelal speciale gootstukken en loketten t.b.v. het indekken in leien geleverd.

Indien de opgaande aansluiting tussen het leiendak en het metselwerk met een verholen goot plaats vindt dan dienen de leien tenminste 30 mm over de breedte van deze verholen goot door te steken. Extra aandacht dient te worden besteed aan de aansluiting aan de onderzijde van deze dakdoorbrekingen omdat hier het water uit de verholen goot op het leien dak terug wordt gevoerd. Om deze aansluiting goed af te dichten dient op tenminste 150 mm voor het uitlooppunt de verholen goot te worden geknikt (opstanden inknippen en solderen) waardoor de uitloop naar boven op het leiniveau komt en de hoekaansluiting afdicht blijft (let op stuifsnueuwdichtheid).

### **5.4.7.4 Gevelaansluiting (detail 7 en 9).**

Bij de gevelbeëindiging van leien met een windveer kunnen de leien op dezelfde wijze als bij de normale dakdoorbreking worden beëindigd.

De in te voegen loodloketten dienen echter breder te zijn omdat zij over de windveer heen gedekt moeten worden (kwaliteit lood tenminste 25 kg/m<sup>2</sup>).

Overlap van de loketten als overlap van de leien. Eventueel kunnen de loodloketten worden vastgezet met leinagels.

Het is ook mogelijk het lood alleen verticaal op te zetten tegen de windveer en dat er een zinken of koperen klemlijst over de windveer wordt bevestigd.

### 5.4.7.5 Kilgoten (detail 8).

Het kilgootdetail kan worden uitgevoerd als open kilgoot van zink, lood of koper of als een gesloten kilgoot met loden vliegers.

#### a. Open kilgoot

Voor de kilbreedte dient een ontwikkelde breedte te worden aangehouden van ca. 500 mm (1/4 of 1/5 plaatlengte = 550 mm of 440 mm ontwikkelde breedte). Ter weerszijden van de kilgoot dient een felskant te zijn aangebracht om enerzijds een opstand tegen opstuwend water te krijgen en anderzijds om deze met klanken vast te kunnen zetten.

Na montage van de kilgoot wordt ter weerszijden een strook lood aangebracht met een breedte van tenminste 150 mm, voorzien van een felskant. De strook lood dient de kil tenminste 70 mm te overlappen, terwijl de breedte over de naast de kil gelegen houtwerk ook tenminste 70 mm dient te zijn. De loodstroken overlappen elkaar tenminste 100 mm en worden vastgezet met RVS nagels. Doordat de loodbreedte 2 x 70 mm wordt kan de leibedekking gelijk met de zijkant van de kilgoot worden beëindigd.

De leien die aansluiten bij de kilgoot zo groot mogelijk houden en gelijk van afmetingen. Alleen bij stijl hellende daken (groter dan ca. 60 graden) kunnen leidelen verspringend van de zelfde grootte met een maatverschil (in de breedte) van een halve lei worden toegepast. Leidelen langs de kilgoot altijd met tenminste 3 leinagels bevestigen.

#### b. Gesloten kilgoot

Bij deze kiluitvoering, waarbij geen metalen kilgoot wordt toegepast, loopt de leibedekking tot in het kilsnijpunt door. Ook hier beginnen met de grootst mogelijke leiafmeting. Tussen de leirijen worden loodloketten verwerkt van tenminste 20 kg/m<sup>2</sup> en een hoogte gelijk aan de leihogte.

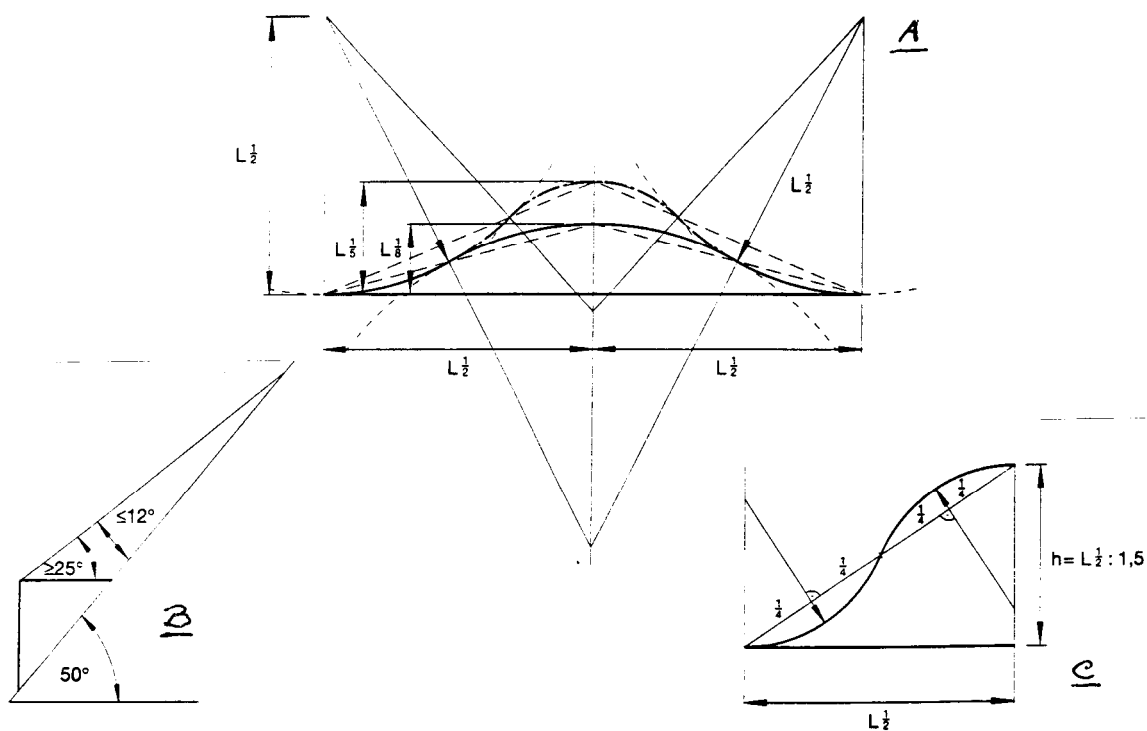
### 5.4.7.6 Hoekkeper (detail 6).

Voor de hoekkeperdetails geldt hetzelfde als voor de nokdetails. Hoekkepers kunnen worden uitgevoerd met lood over de hoekkeper(ruiter), met vlinders van lood of met een stroomlaag en lood. De leien die aansluiten aan hoekkeper zo groot mogelijk houden en gelijk van afmetingen. Bevestiging met tenminste drie nagels. Daarna zo snel mogelijk terug naar het halfsteens verband.

5.4.7.7 Napoleonsdakkapel en verslepen dakkapel.

Een Napoleonsdakkapel, een verslepen dakkapel met gewelfde of schuine zijwangen vereisen speciale kennis en uitvoering en kan daarom alleen door gespecialiseerde bedrijven worden uitgevoerd. Hierbij dient in ieder geval aan de volgende voorwaarden te worden voldaan:

- Over het dakbeschot dient bij een helling  $\geq 30^\circ$  van het dakkapeldak, altijd een mandragende, waterkerende en dampopen folie te worden aangebracht.
- Bij dakhellingen  $< 30^\circ$  van het dakkapeldak dient over het dakbeschot een waterdichte laag (b.v. gebitumineerd glasvlies) te worden aangebracht.
- Tussen de leirijen dient, op de gebogen dakgedeeltes steeds een strook DPC, lood of gebitumineerd glasvlies meegedekt te worden.
- De maatvoering van de napoleonsdakkapel dient te voldoen aan de hierna volgende tekeningen A en C.
- De maatvoering van de verslepen dakkapel met gewelfde zijwangen dient te voldoen aan tekeningen B en C.
- De toepassing van verslepen dakkapellen met schuine zijwangen en afgeronde overgangen zijn ook mogelijk, echter hieraan worden geen specifieke maatvoeringseisen gesteld.



Tekeningen A, B en C Napoleonsdakkapel

### 6. EINDCONTROLE

Alvorens het werk te verlaten dient de persoon verantwoordelijk voor de interne kwaliteitsbewaking van het leidekkersbedrijf een eindcontrole uit te voeren, waarbij de volgende zaken dienen te worden afgecheckt en vastgelegd:

- zijn de voorgeschreven verankeringen aangebracht;
- is de voorgeschreven ventilatie aanwezig;
- is er visuele schade aan de bedekking, ontstaan bij de verwerking en/of afwerking;
- is er voldoende overlap;
- zijn de afdichtingen goed aangebracht bij aansluitingen, doorvoeren e.d.;
- zijn de dakdoorbrekingen goed aangebracht;
- zijn de goten e.d. schoon opgeleverd;
- is het puin e.d. afkomstig van de leidekker afgevoerd.

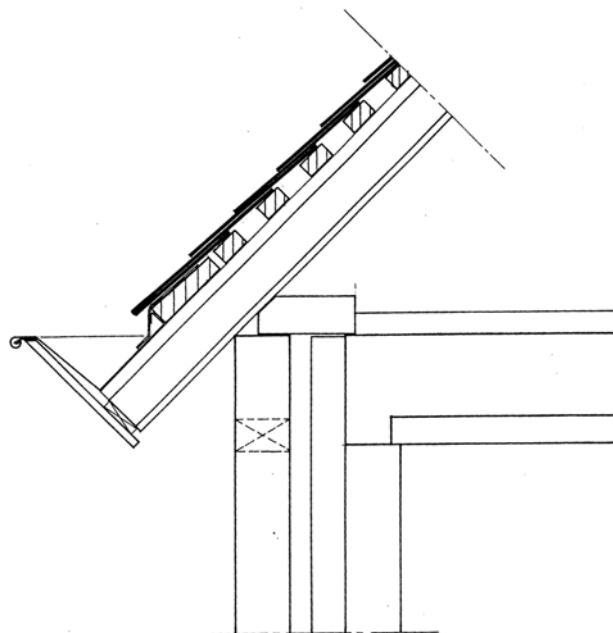
Het spreekt voor zich, dat indien gebreken worden geconstateerd, corrigerende maatregelen moeten worden getroffen.

### 7. VOORBEELDEN VAN AANSLUITINGEN

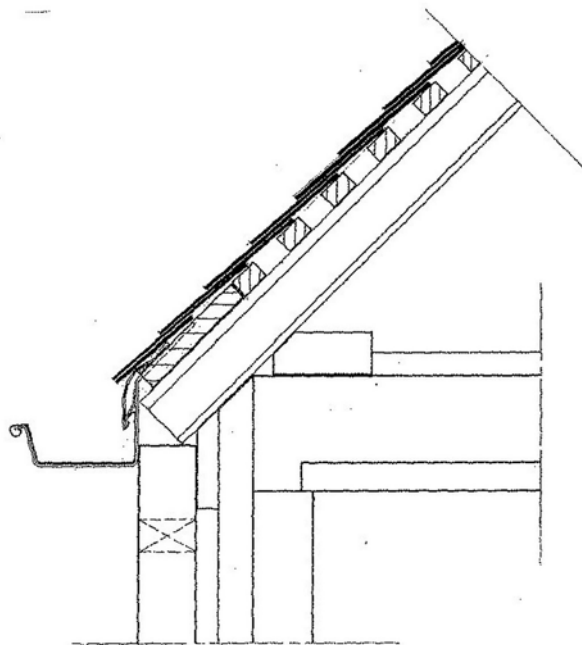
In navolgend hoofdstuk zijn de belangrijkste details weergegeven die betrekking hebben op het dakdekken met leien van natuursteen.

#### Overzicht details

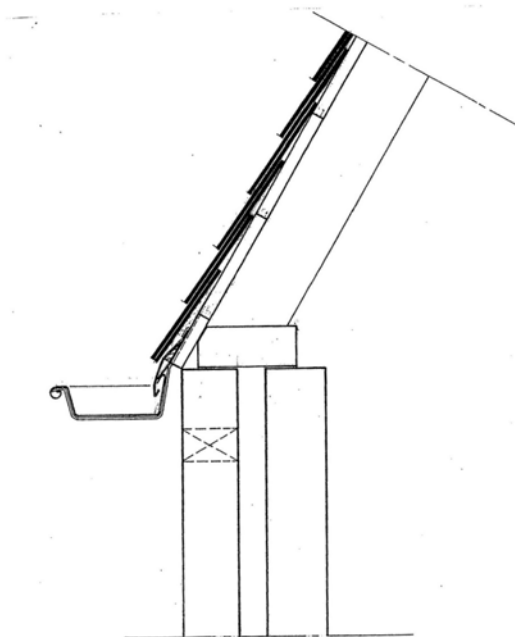
Detail 1a t/m 1g	Dakvoetaansluitingen
Detail 2a t/m 2c	Aansluitingen plat dak
Detail 3a t/m 3d	Nokaansluitingen
Detail 4a t/m 4c	Nokdetails lessenaarsdak
Detail 5a t/m 5c	Nokaansluitingen aan plat dak
Detail 6a t/m 6g	Hoekkeperaansluitingen
Detail 7a t/m 7d	Aansluitingen kopgevel
Detail 8a t/m 8f	Kilgootaansluitingen
Detail 9a t/m 9d	Aansluitingen aan opgaand metselwerk
Detail 10a t/m 10c	Bovenaansluitingen schoorsteen
Detail 11a	Onderaansluiting schoorsteen
Detail 12a en 12b	Bouwuuraansluitingen
Detail 13a t/m 13c	Aansluitingen aan dakraam
Detail 14a en 14b	Knik in dak (uitwendig)
Detail 15a en 15b	Knik in dak (inwendig)



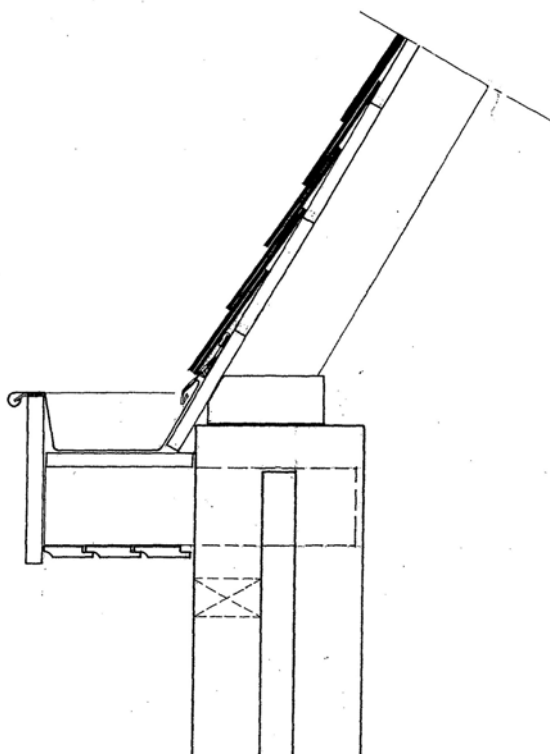
**Detail 1a. Dakvoetaansluiting**



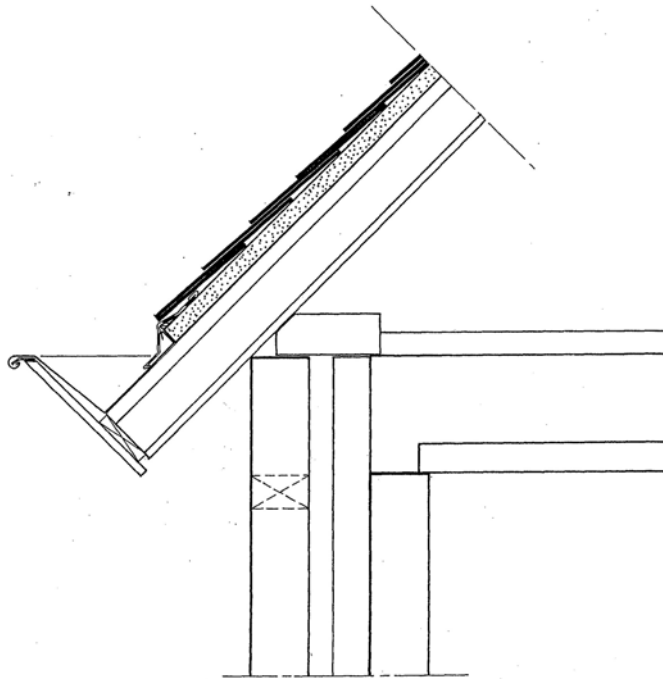
**Detail 1b Dakvoetaansluiting**



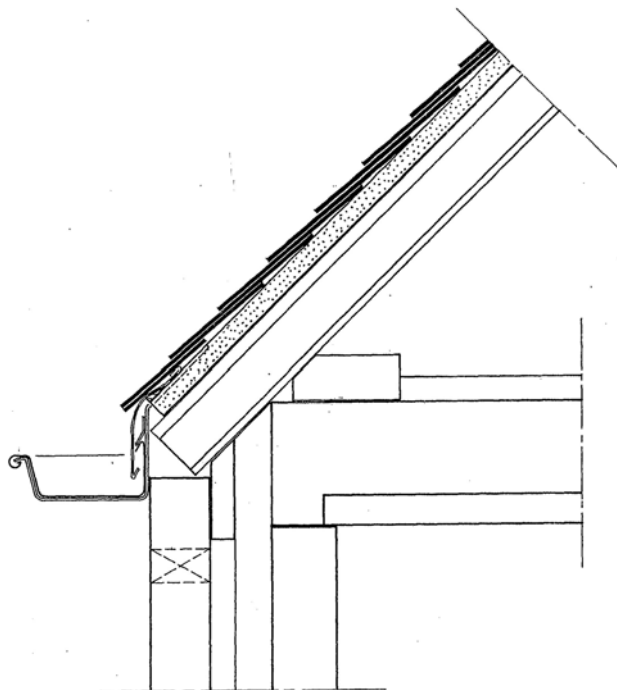
Detail 1c Dakvoetaansluiting



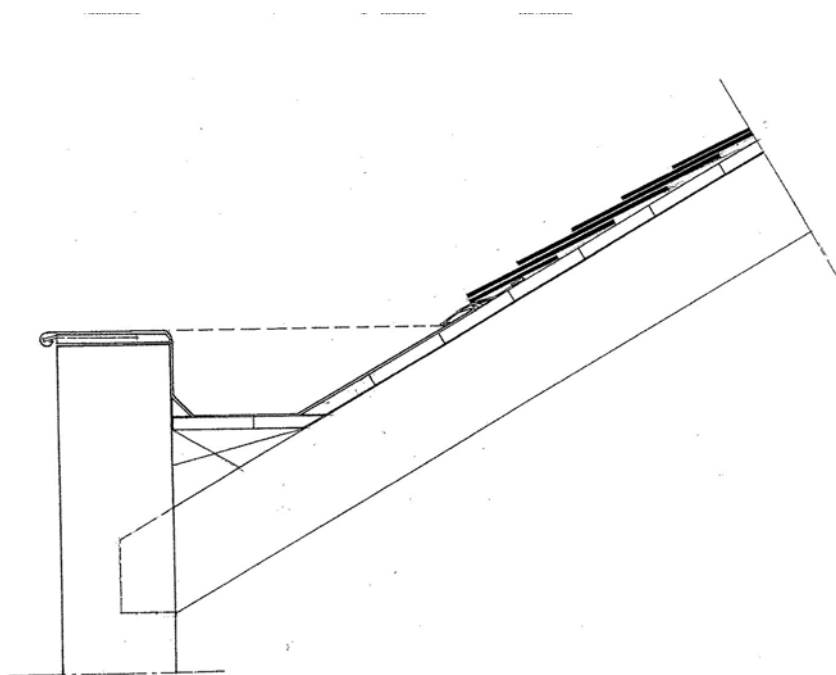
Detail 1d. Dakvoetaansluiting



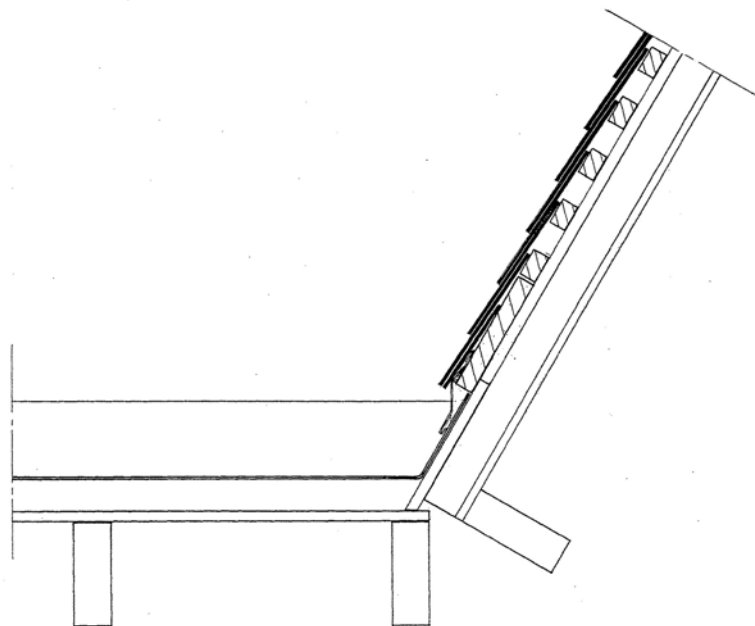
**Detail 1e. Dakvoetaansluiting**



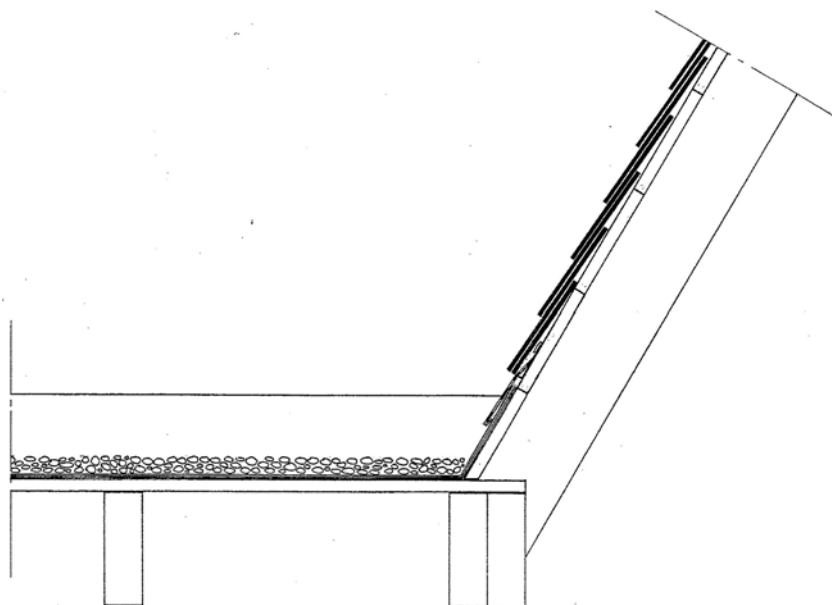
**Detail 1f. Dakvoetaansluiting**



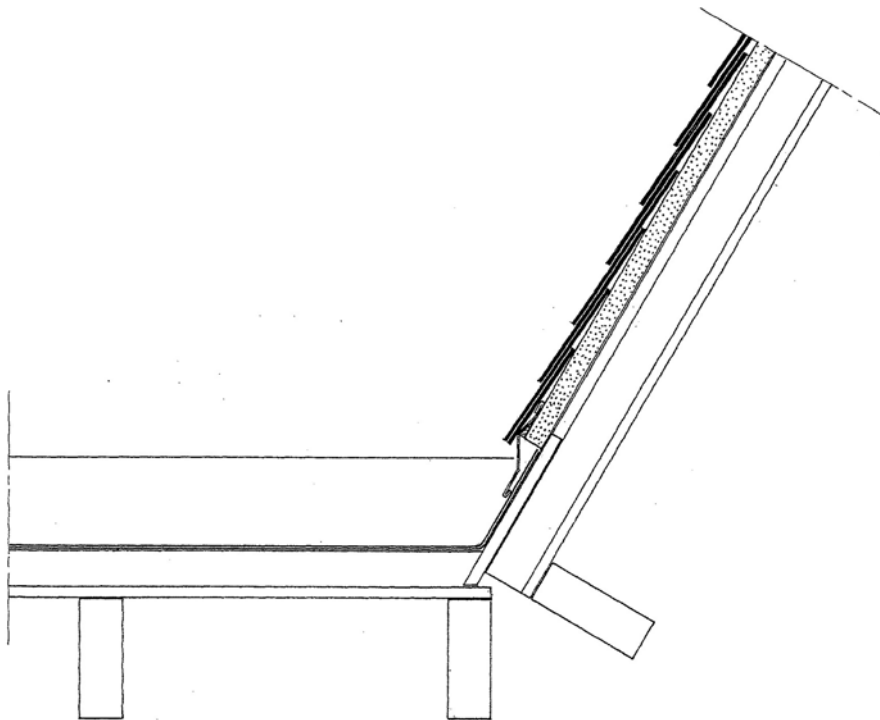
**Detail 1g. Dakvoetaansluiting**



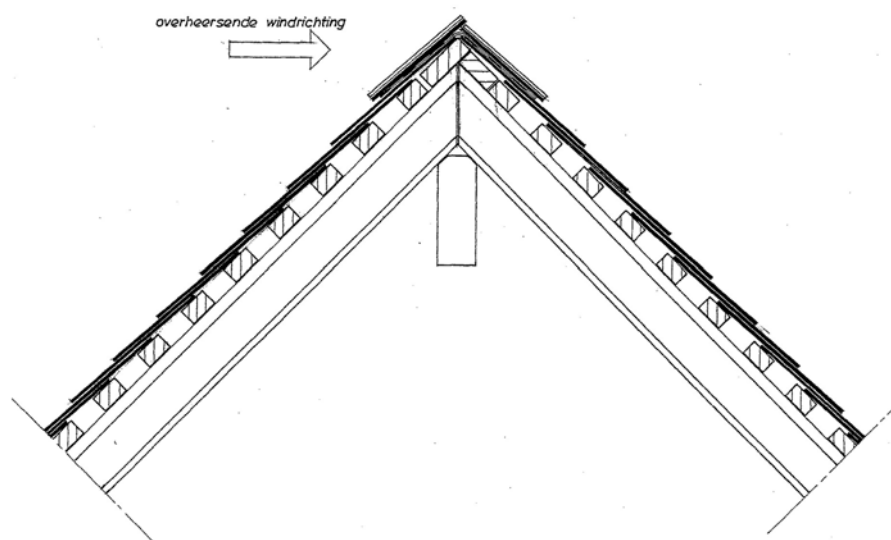
**Detail 2a. Dakvoetaansluiting aan plat dak**



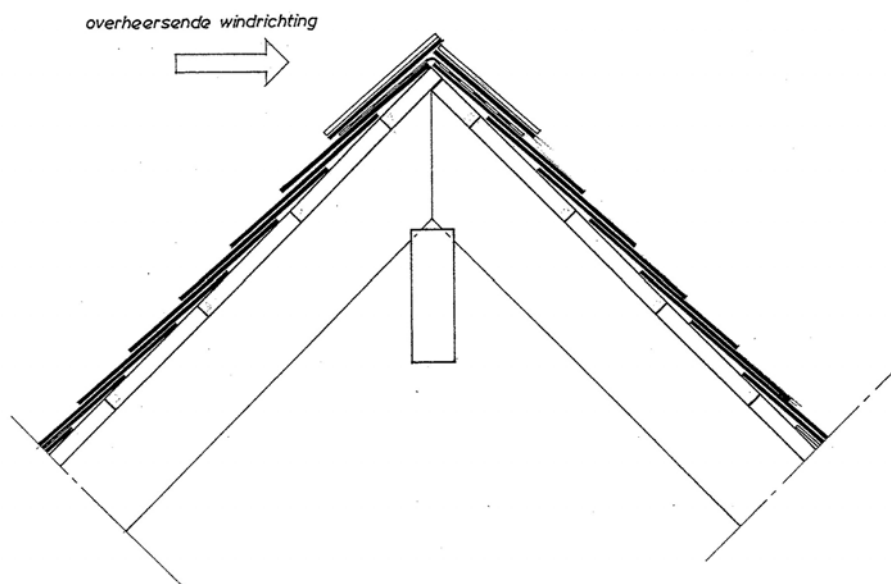
**Detail 2b. Dakvoetaansluiting aan plat dak**



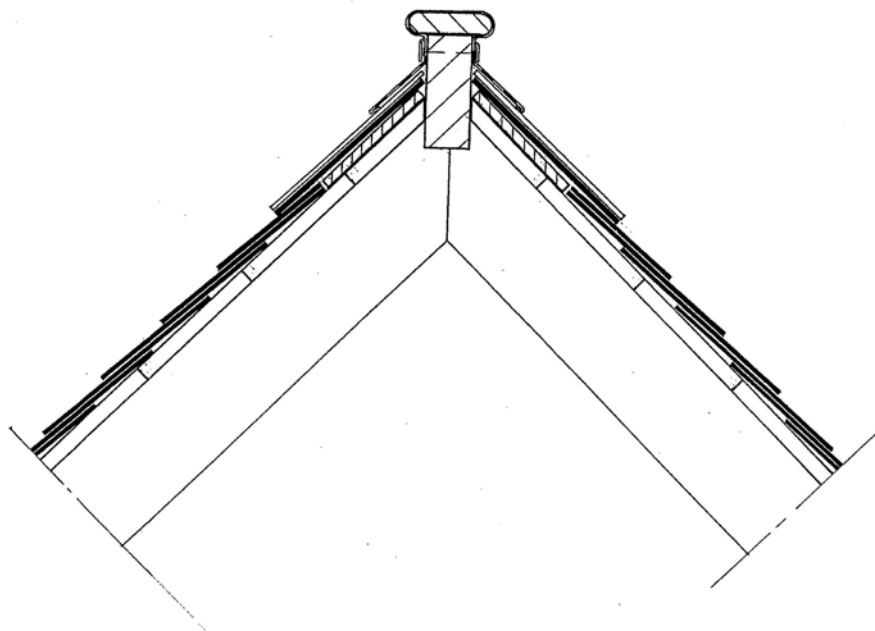
Detail 2c. Dakvoetaansluiting aan plat dak



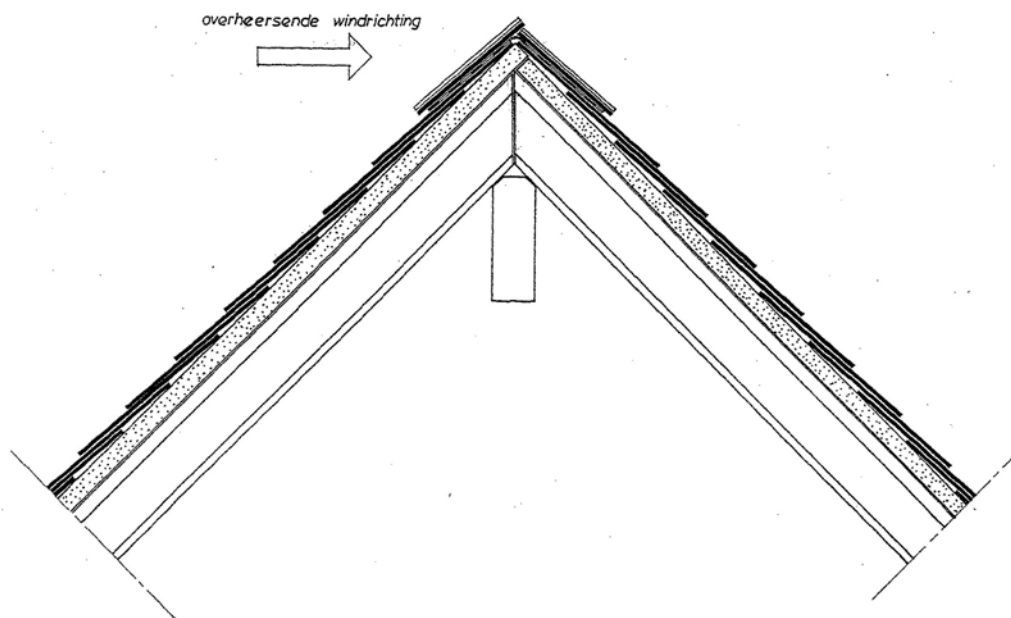
**Detail 3a. Nokaansluiting**



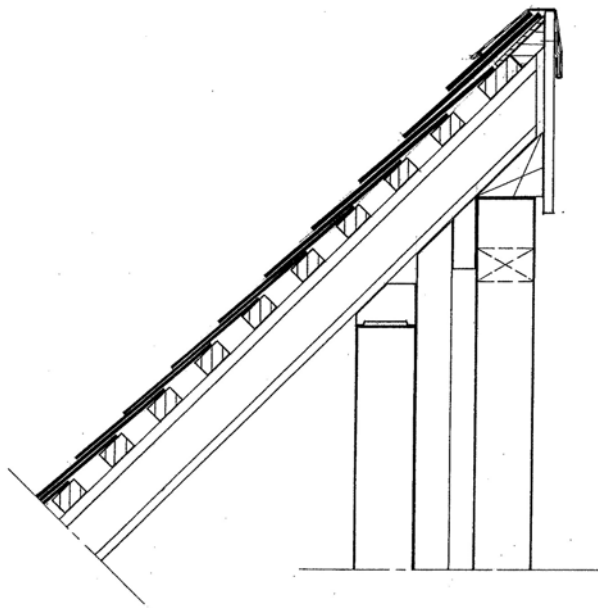
**Detail 3b. Nokaansluiting**



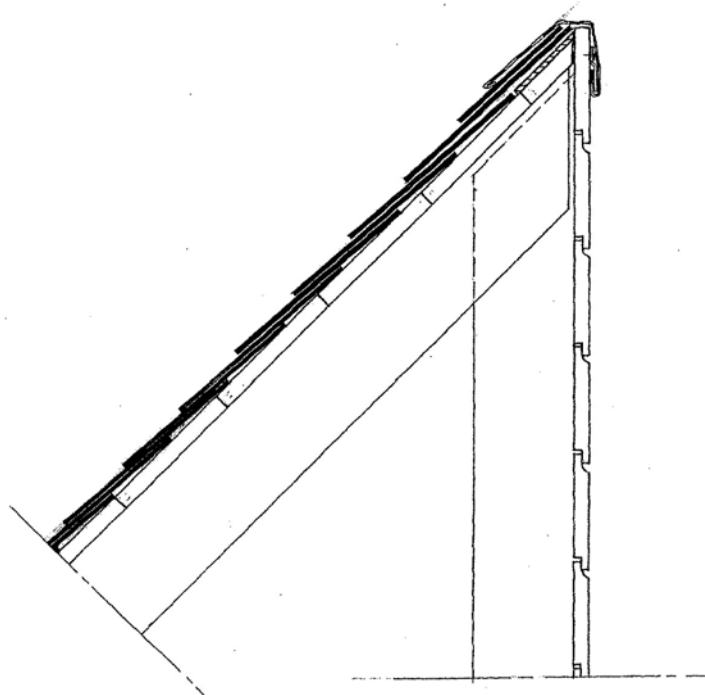
**Detail 3c. Nokaansluiting**



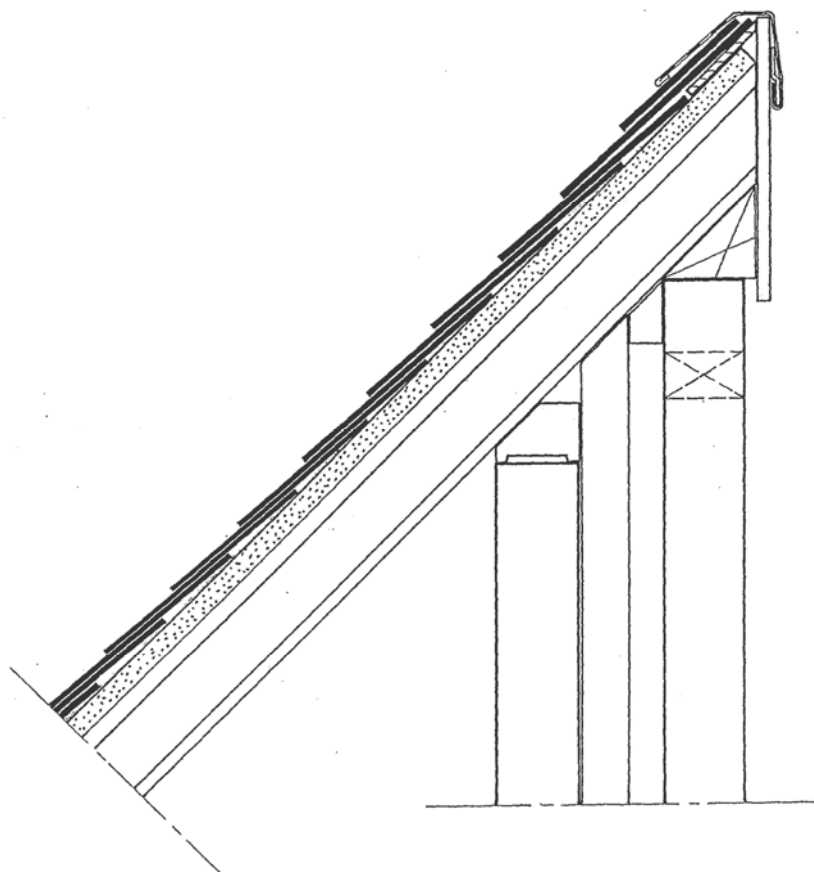
**Detail 3d. Nokaansluiting**



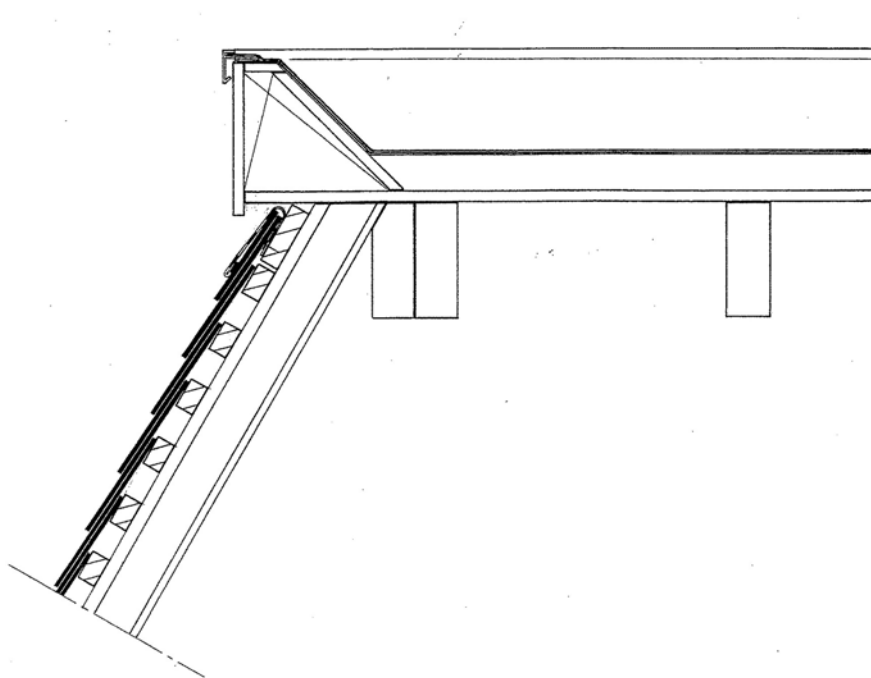
**Detail 4a. Nokaansluiting lessenaarsdak**



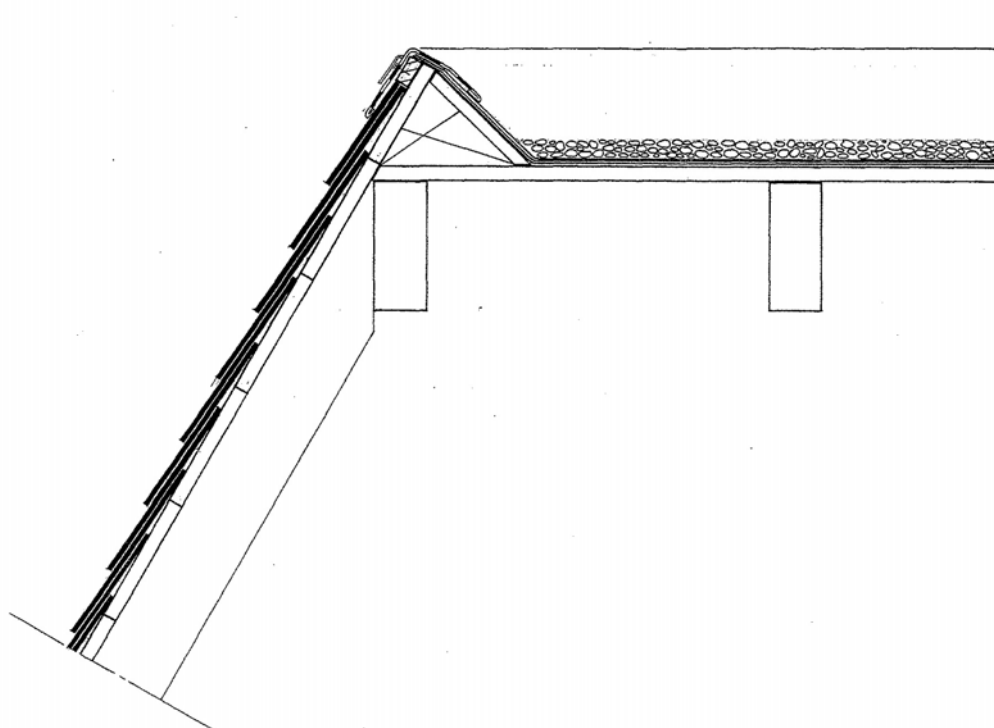
**Detail 4b. Nokaansluiting lessenaarsdak**



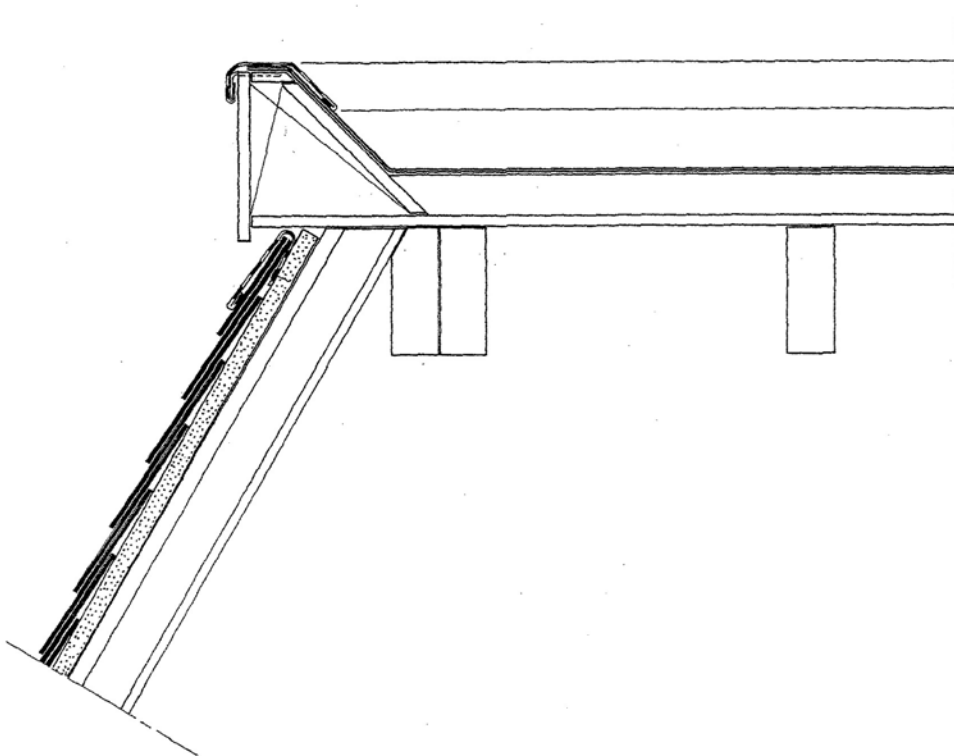
Detail 4c. Nokaansluiting lessenaarsdak



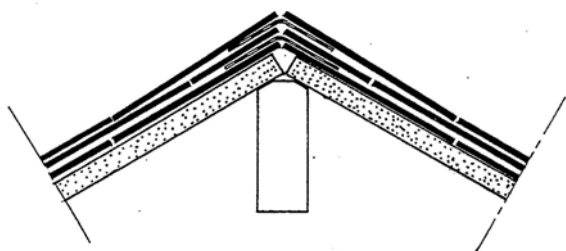
**Detail 5a. Nokaansluiting aan plat dak**



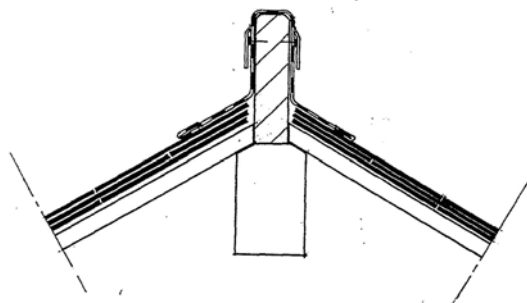
**Detail 5b. Nokaansluiting aan plat dak**



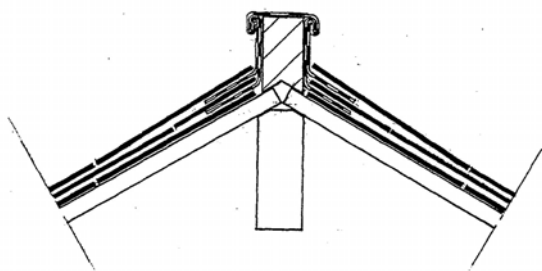
Detail 5c. Nokaansluiting aan plat dak



Detail 6a. Hoekkeperaansluiting



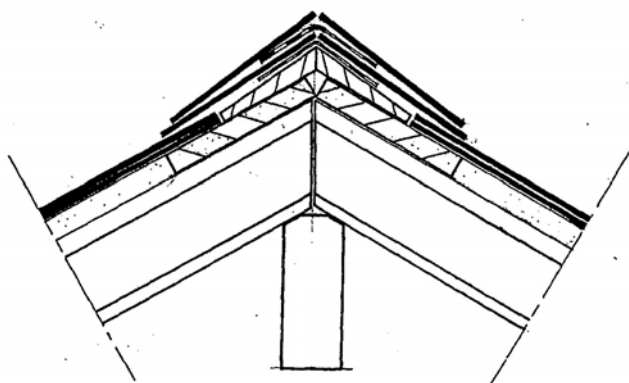
Detail 6b. Hoekkeperaansluiting



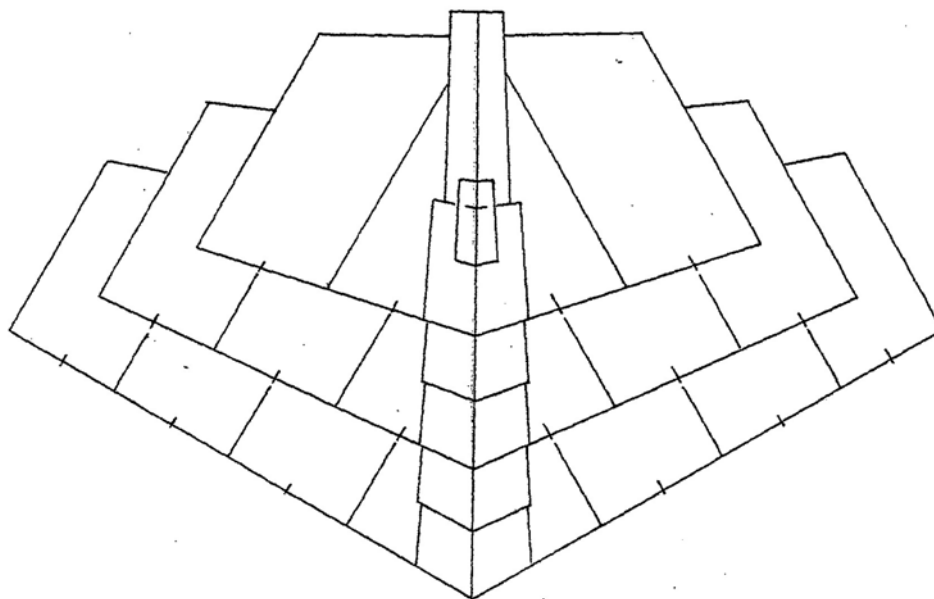
Detail 6c. Hoekkeperaansluiting



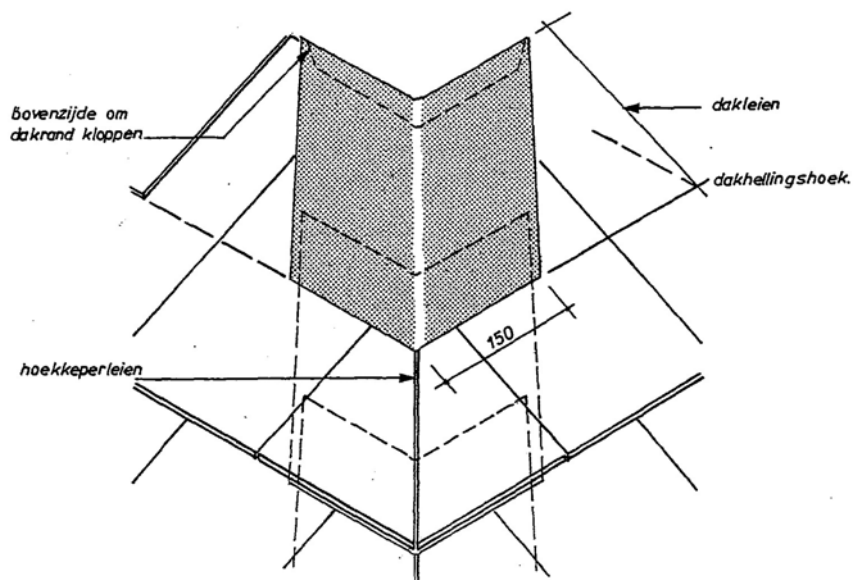
Detail 6d. Hoekkeperaansluiting



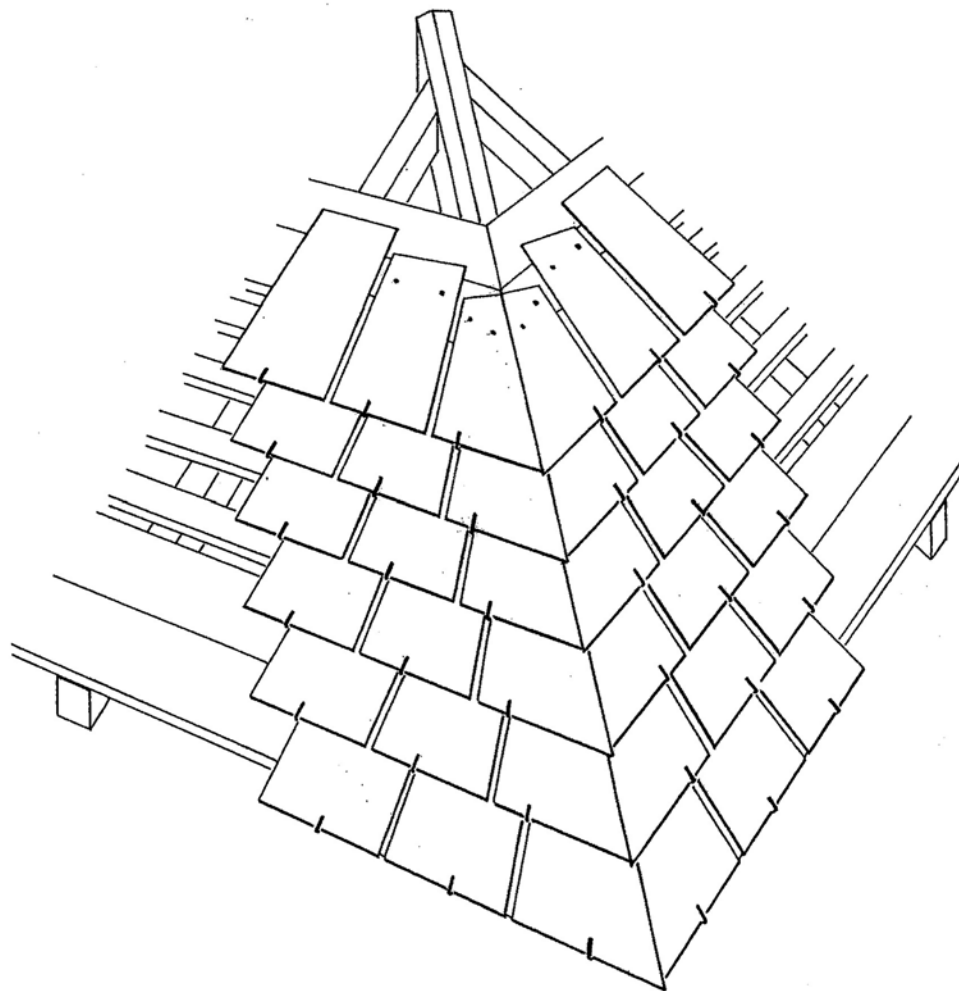
Detail 6e. Hoekkeperaansluiting



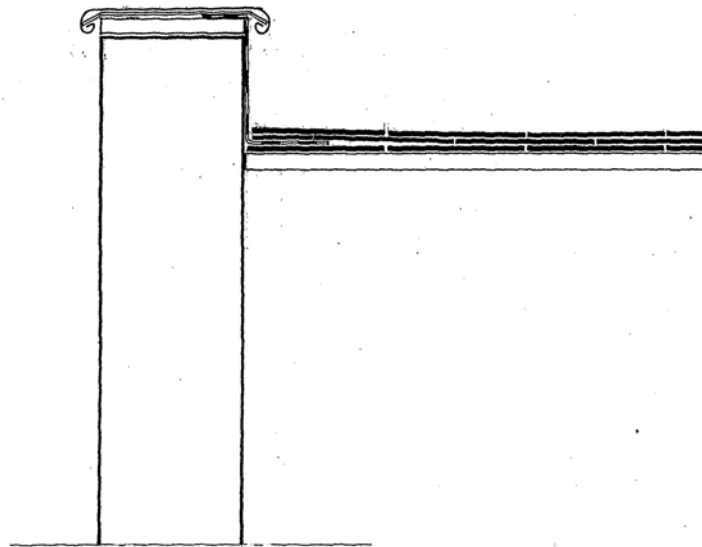
Detail 6f. Hoekkeperaansluiting



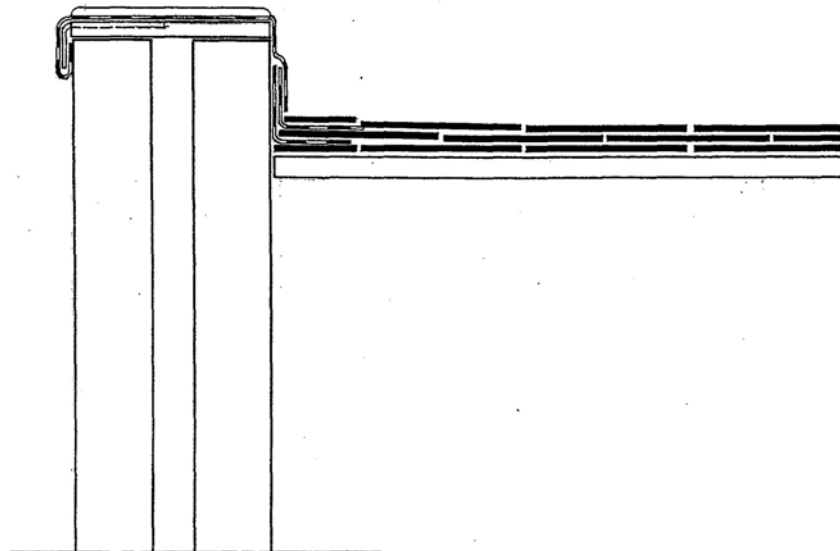
Detail 6f2. Hoekkeperaansluiting



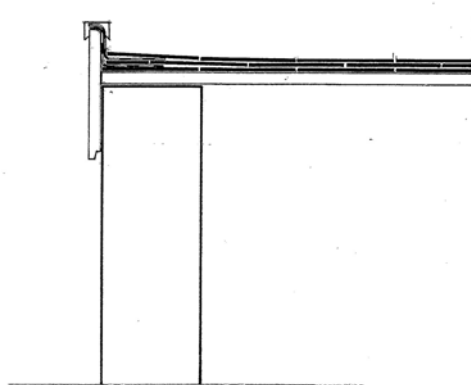
Detail 6g. Hoekkeperaansluiting



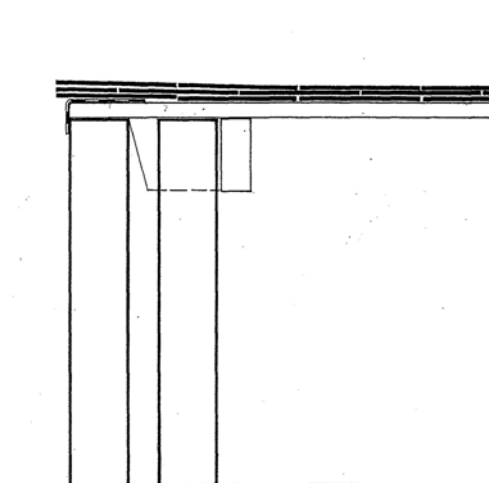
Detail 7a. Aansluiting kopgevel



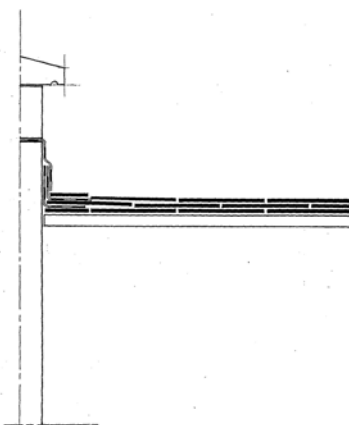
Detail 7b. Aansluiting kopgevel



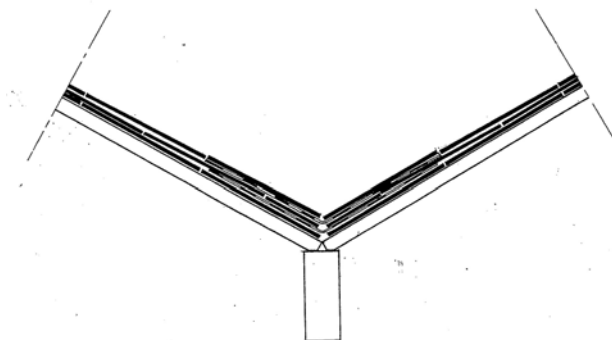
Detail 7c. Aansluiting kopgevel



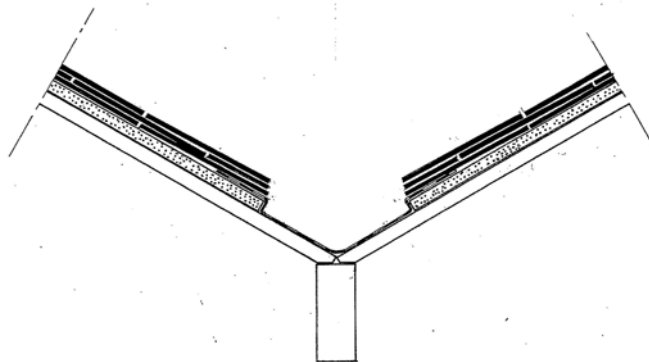
Detail 7d. Aansluiting kopgevel



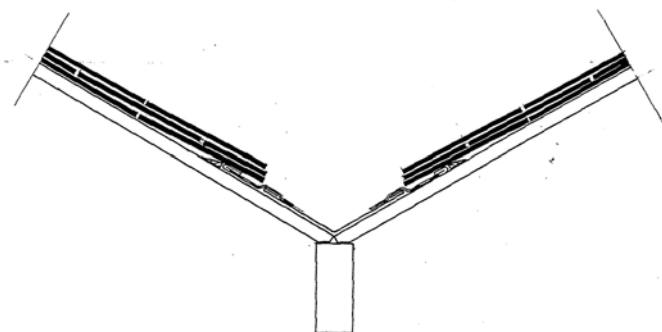
Detail 7e. Aansluiting kopgevel



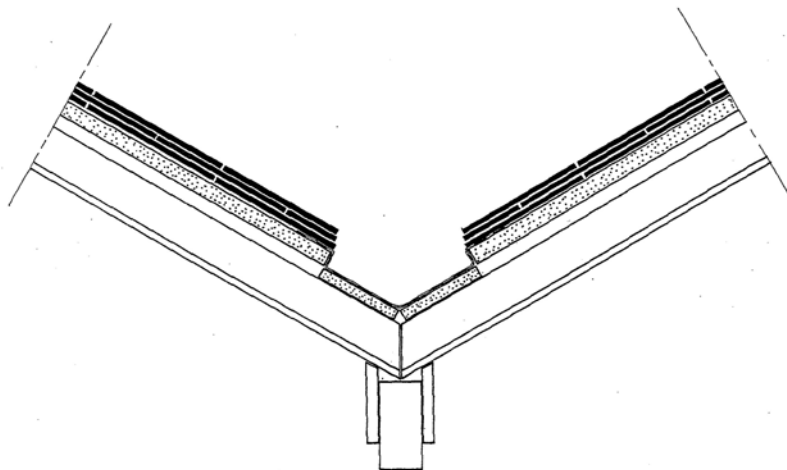
**Detail 8a. Kilgootaansluiting**



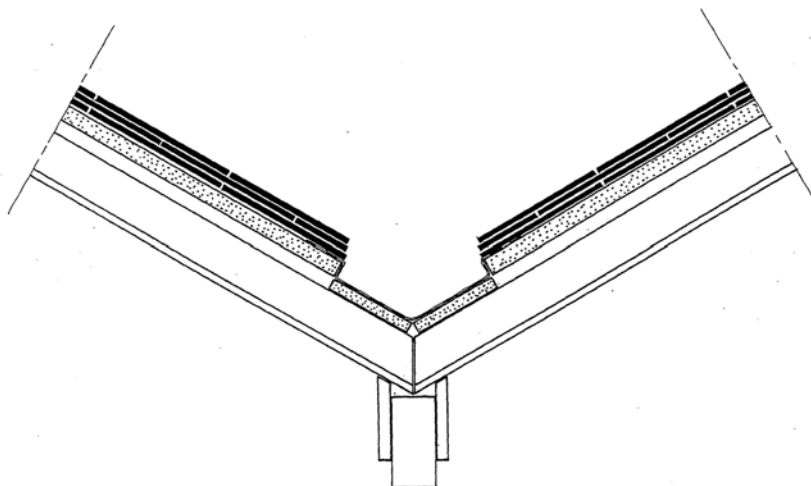
**Detail 8b. Kilgootaansluiting**



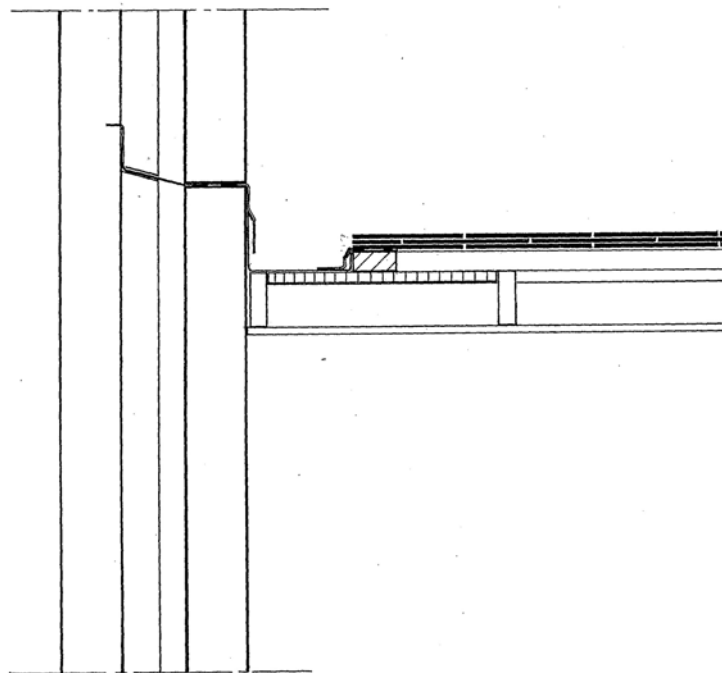
**Detail 8c. Kilgootaansluiting**



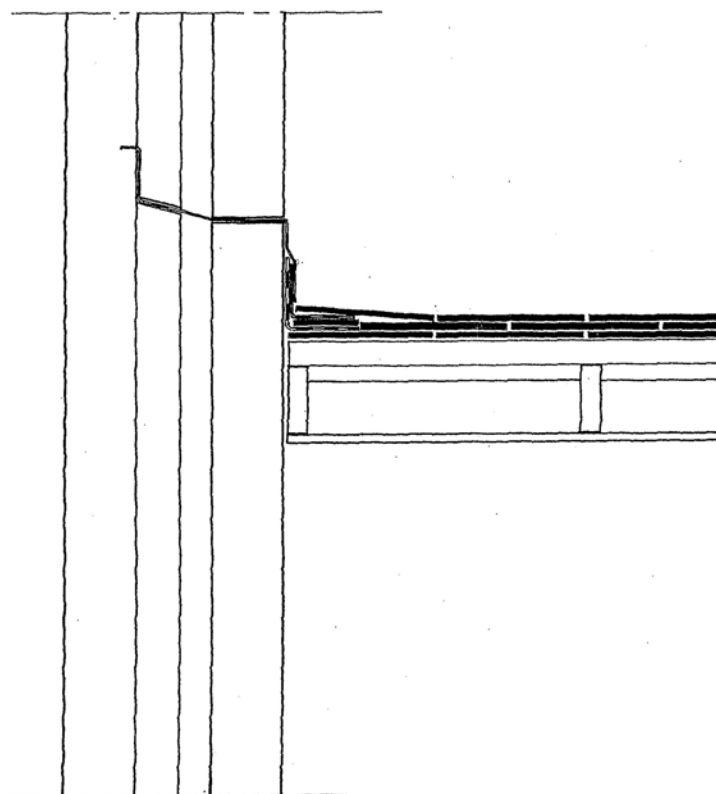
**Detail 8d. Kilgootaansluiting**



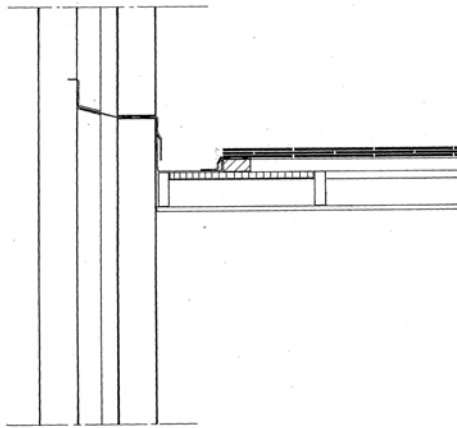
**Detail 8e. Kilgootaansluiting**



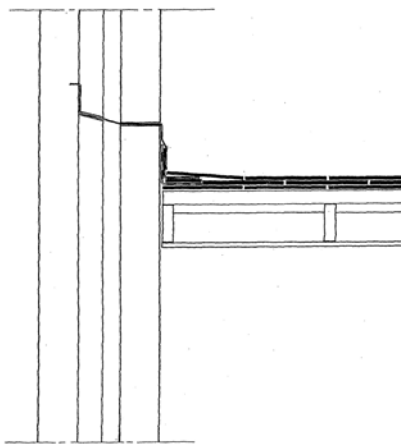
**Detail 9a. Aansluiting aan opgaand metselwerk**



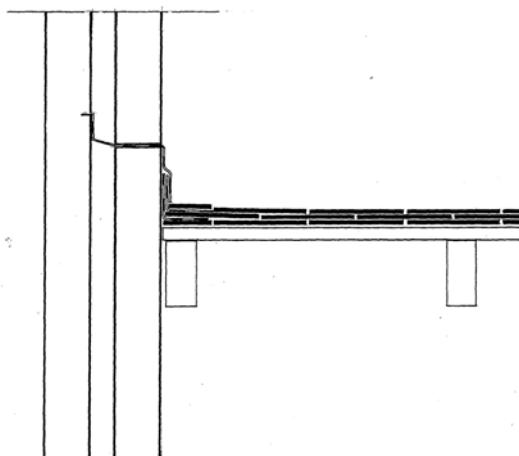
**Detail 9b. Aansluiting aan opgaand metselwerk**



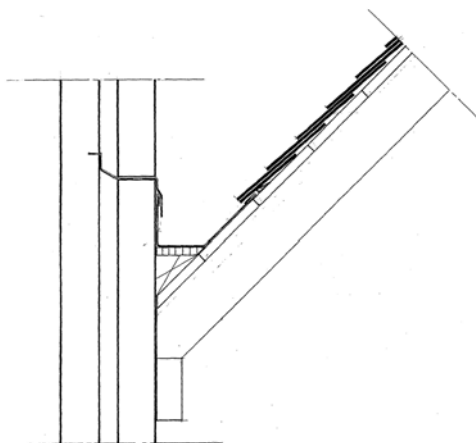
**Detail 9c. Aansluiting aan opgaand metselwerk**



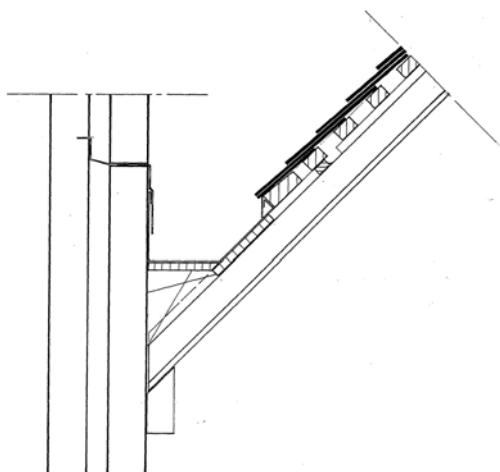
**Detail 9d. Aansluiting aan opgaand metselwerk**



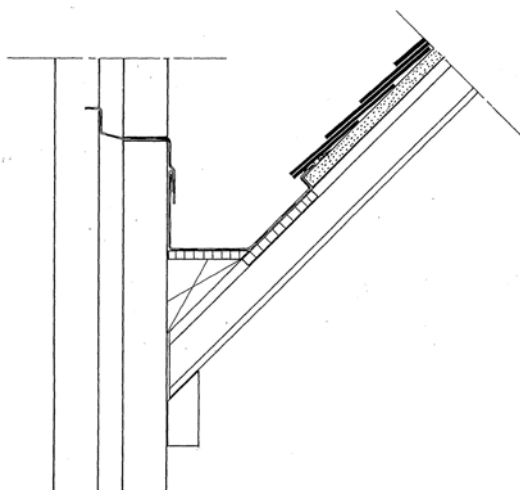
**Detail 9e. Aansluiting aan opgaand metselwerk**



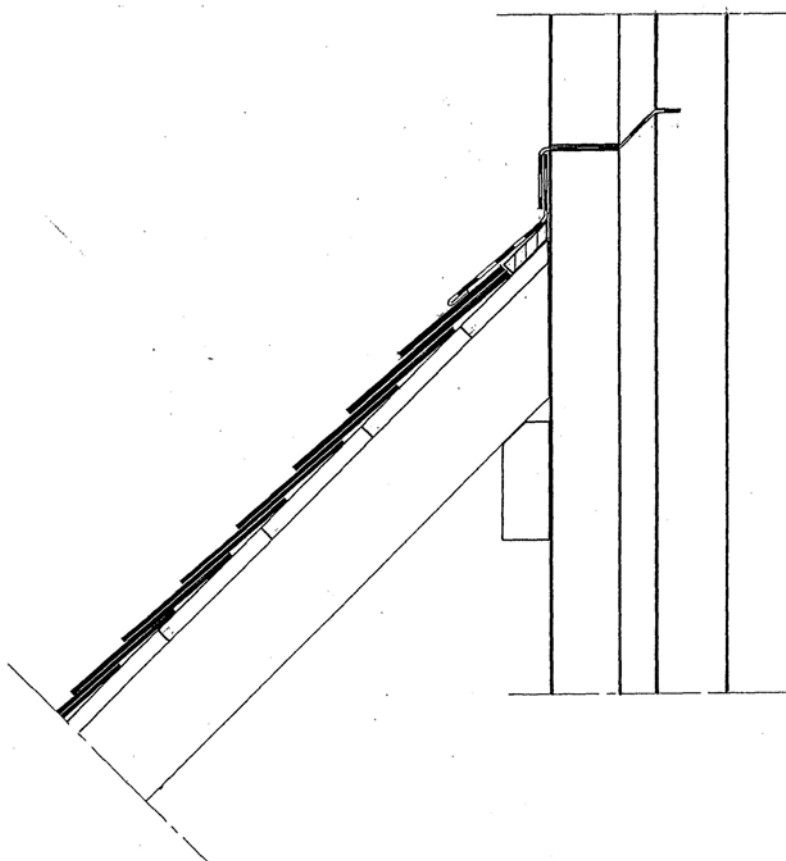
**Detail 10a. Bovenaansluiting schoorsteen**



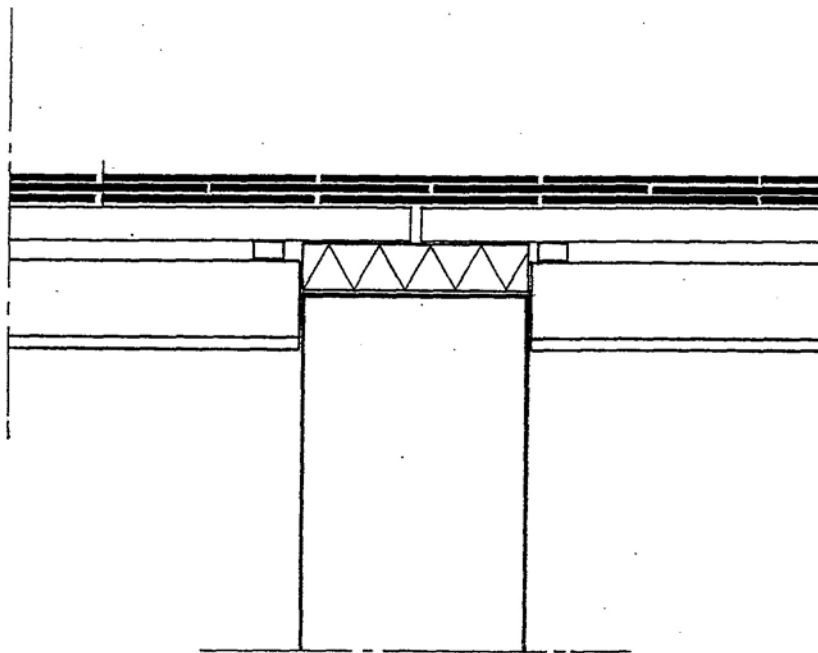
**Detail 10b. Bovenaansluiting schoorsteen**



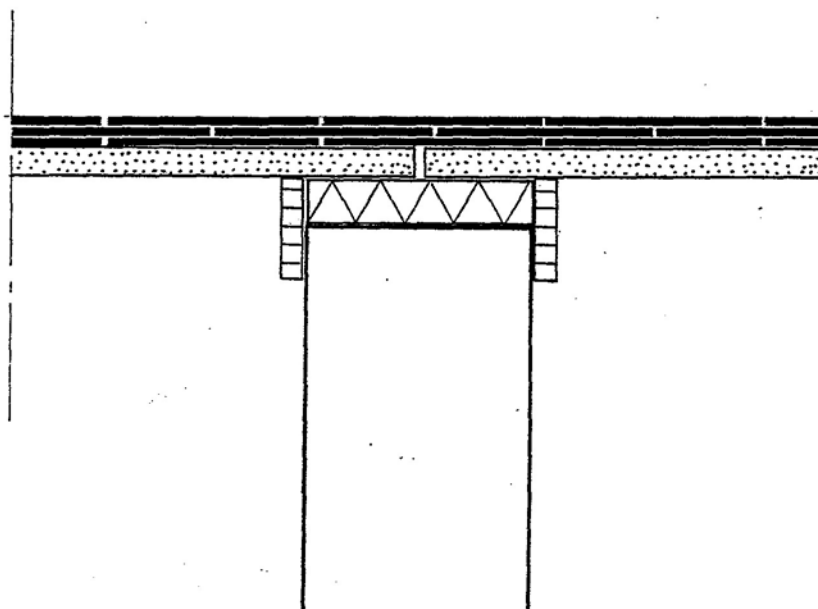
**Detail 10c. Bovenaansluiting schoorsteen**



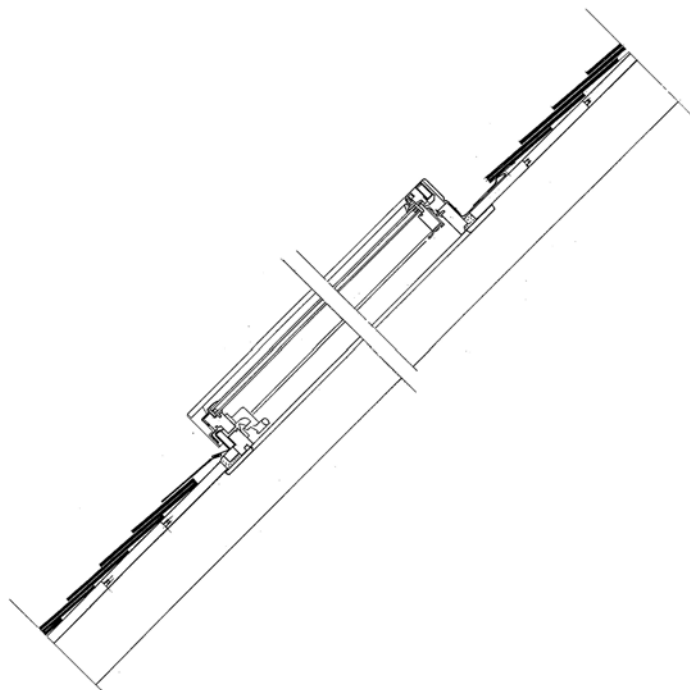
Detail 11a. Onderaansluiting schoorsteen



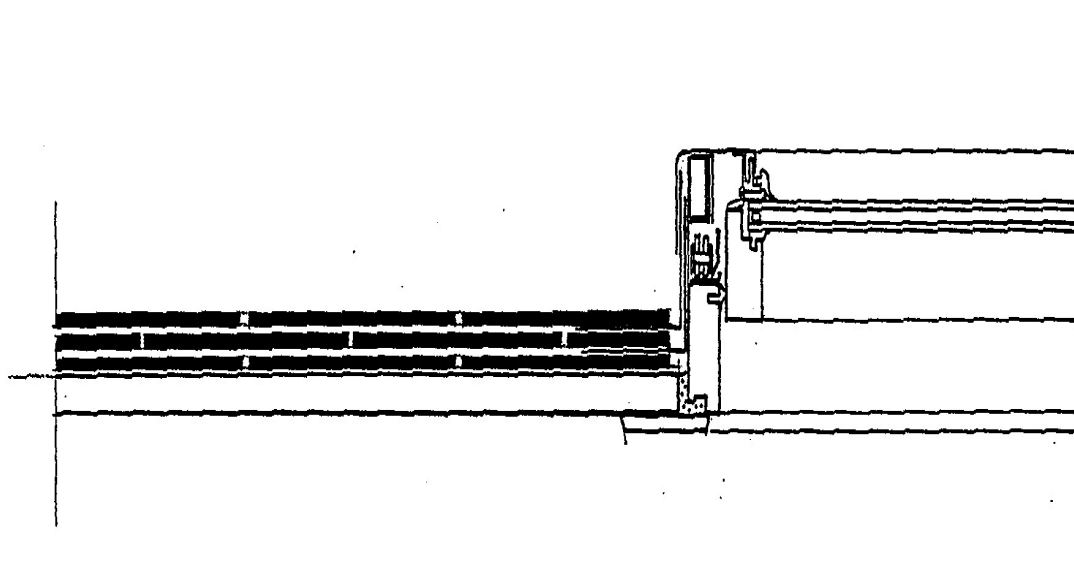
Detail 12a. Bouwmuuraansluiting



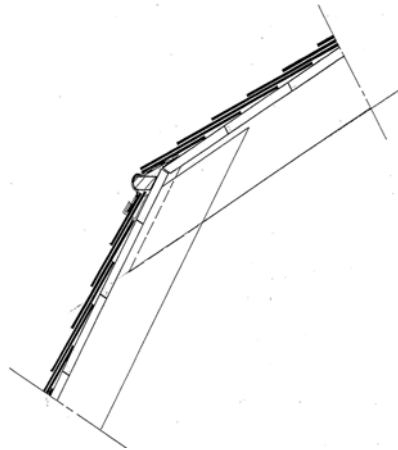
Detail 12b. Bouwmuuraansluiting



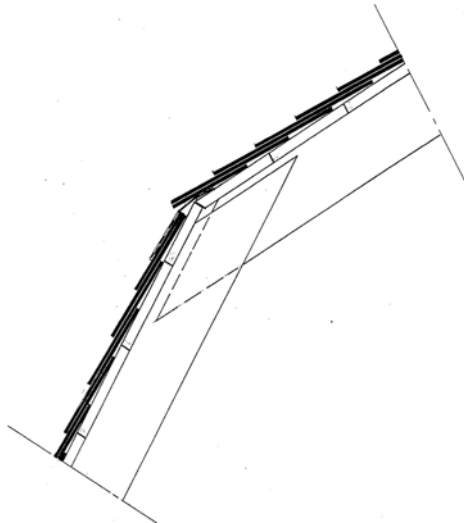
Detail 13a/b. Aansluitingen aan dakraam



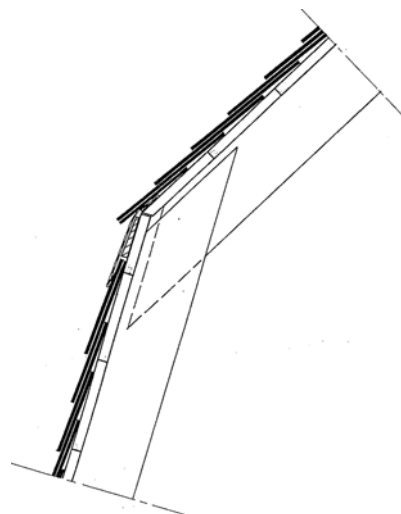
Detail 13c. Aansluitingen aan dakraam



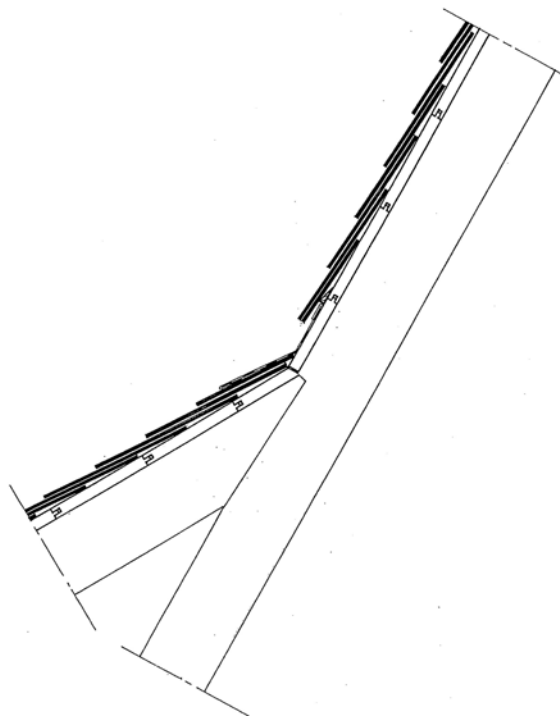
**Detail 14a. Knik in dak (uitwendig)**



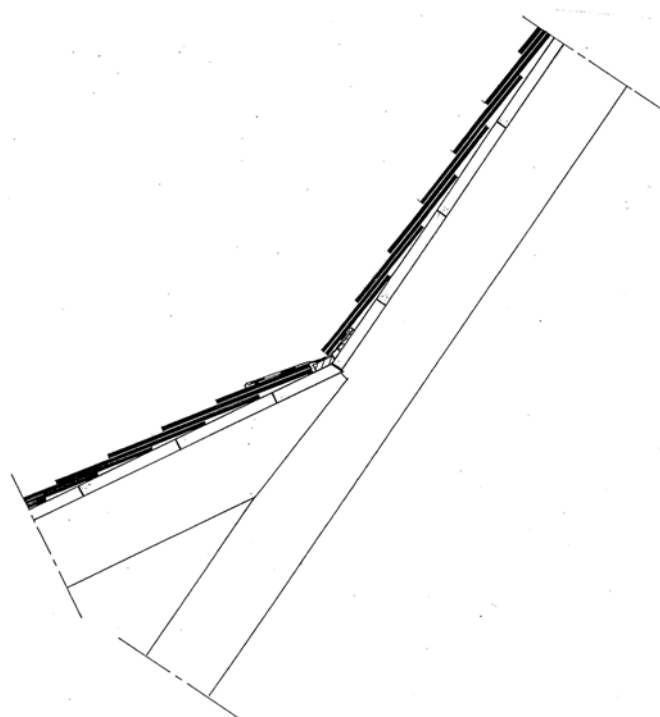
**Detail 14b. Knik in dak (uitwendig)**



**Detail 14c. Knik in dak (uitwendig)**



Detail 15a. Knik in dak (inwendig)



Detail 15b. Knik in dak (inwendig)

# UITVOERINGSRICHTLIJNEN VOOR DAKBEDEKKINGSCONSTRUCTIES

## MET LEIEN VAN NATUURSTEEN, Deel 1. MAASDEKKING

---

### 8. GERAADPLEEGDE LITERATUUR

- |                |      |      |  |
|----------------|------|------|--|
| NPR            | 2652 | 1997 | Vochtwering in gebouwen. Wering van vocht van buiten. Wering van vocht van binnen. Voorbeelden van bouwkundige details.                                |
| NEN            | 2778 | 2004 | Vochtwering in gebouwen. Bepalingsmethoden.  |
| NEN            | 5466 | 2004 | Kwaliteitseisen voor hout (KVH 2000)   |
| NEN            | 6063 | 1997 | Bepaling van het brandgevaarlijk zijn van daken.   |
| NEN            | 6702 | 2001 | Belastingen en vervormingen. TGB 1990  |
| NEN            | 6707 | 2001 | Bevestiging van dakbedekkingen. Eisen en bepalingmethoden.   |
| NPR            | 6708 | 1997 | Bevestiging van dakbedekkingen   |
| NEN            | 6760 | 2002 | Technische grondslagen voor bouwconstructies. TGB-1990. Houtconstructies. Basiseisen. Eisen en bepalingmethoden.                                       |
| NEN            | 6762 | 1997 | Technische grondslagen voor bouwconstructies. TGB-1990. Houtconstructies. Stalen staafvormige verbindingsmiddelen voor houtconstructies.               |
| NEN-EN 12326-1 |      | 2004 | Producten van lei en andere natuursteen voor dakbedekkingen en buitenmuurbekledingen – Deel 1: Productspecificatie.                                    |
| NEN-EN 12326-2 |      | 2004 | Producten van lei en andere natuursteen voor dakbedekkingen en buitenmuurbekledingen – Deel 2: Beproevingmethoden.                                     |
| NEN-EN 10088-3 |      | 2005 | Corrosievaste staalsoorten – Deel 3: Technische leveringsvoorwaarden voor halfproducten, staven, draad en corrosievast staal voor algemene doeleinden. |
| NEN-EN 12588   |      | 1999 | Lood en loodlegeringen – Gewalste staalplaten voor toepassing in de bouw.  |
| NEN-EN 1172    |      | 1996 | Koper en koperlegeringen – Plaat en band voor de bouw  |
| NEN-EN 517     |      | 2003 | Persoonlijke beschermingsmiddelen tegen vallen – Verankeringsvoorzieningen – Eisen en beproevingen.  |
- Bouwbesluit 2003 met bijbehorende wijzigingen zoals gepubliceerd in het Staatsblad en de Ministeriële Regelingen zoals gepubliceerd in de Staatscourant.
- Besluit meldingsplichtige bouwwerken. Staatsblad 196:1992
- Woningwet 1991, Staatsblad 1991:439
- Ontwerp- en uitvoeringsrichtlijnen voor zinken dakbedekkingsconstructies en gootconstructies (IKOB-BKB publikatie Nr. PBL 0299).
- BRL 5212 Zinken en/of koperen dak- gevel- en gootconstructies
- BRL 0101 Houtachtige dakconstructies
- Model bouwverordening 1992
- Regeln für Deckungen mit Schiefer (1994). Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks.
- Daken met natuurleien. Opbouw en uitvoering. Uitgave WTCB maart 1995

## UITVOERINGSRICHTLIJNEN VOOR DAKBEDEKKINGSCONSTRUCTIES

### MET LEIEN VAN NATUURSTEEN, Deel 1. MAASDEKKING

---

Leien op monumenten (1986) Rijksdienst voor de Monumentenzorg.

Berufsausbildung im Dachdeckerhandwerk (1993). Bundesinstitut für Berufsbildung, Berlijn.

# UITVOERINGSRICHTLIJNEN VOOR DAKBEDEKKINGSCONSTRUCTIES

## MET LEIEN VAN NATUURSTEEN, Deel 1. MAASDEKKING

Bijlage I

### TOELICHTING OP DE EISEN TE STELLEN AAN DE DAKCONSTRUCTIE (INFORMATIEF)

In deze toelichting zijn globaal de prestatie-eisen weergegeven ten aanzien van de belangrijkste beoordelingscriteria m.b.t. de draagconstructie c.q. het dakbeschoot gebaseerd op het Bouwbesluit. In navolgende tabel is aangegeven welke artikelen uit het Bouwbesluit voor houtachtige dakconstructies van belang zijn.

#### Relatietabel Bouwbesluit

Beschouwde eigenschap	Relatie met bouwbesluit
<b>VEILIGHEID</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Algemene sterkte van de bouwconstructie</li> <li>• Sterkte bij brand</li> <li>• Beperking van het ontstaan van een brandgevaarlijke situatie</li> <li>• Beperking van ontwikkeling van brand</li> <li>• (Verdere) beperking van uitbreiding van brand</li> <li>• Beperking van ontstaan van rook</li> <li>• Beperking van verspreiding van rook</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• artikel 2.1</li> <li>• artikel 2.8</li> <li>• artikel 2.81</li> <li>• artikel 2.91</li> <li>• artikel 2.103 en 2.115</li> <li>• artikel 2.125</li> <li>• artikel 2.134</li> </ul>
<b>GEZONDHEID</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bescherming tegen geluid van buiten</li> <li>• Geluidwering tussen verblijfsruimten van dezelfde gebruiksfunctie</li> <li>• Beperking van galm</li> <li>• Geluidwering tussen ruimten van verschillende gebruiksfuncties</li> <li>• Wering van vocht van buiten</li> <li>• Wering van vocht van binnen</li> <li>• Beperking van de toepassing van schadelijke materialen</li> <li>• Bescherming tegen ratten en muizen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• artikel 3.1</li> <li>• artikel 3.11</li> <li>• artikel 3.15</li> <li>• artikel 3.17</li> <li>• artikel 3.22</li> <li>• artikel 3.26</li> <li>• artikel 3.106</li> <li>• artikel 3.114</li> </ul>
<b>ENERGIEZUINIGHEID</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermische isolatie</li> <li>• Beperking luchtdoorlatendheid</li> <li>• Energieprestatie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• artikel 5.1</li> <li>• artikel 5.8</li> <li>• artikel 5.11</li> </ul>

#### Toelichting

- *Algemene sterkte van de bouwconstructie*: een te bouwen bouwwerk heeft een bouwconstructie die duurzaam bestand is tegen de daarop werkende krachten.
- *Sterkte bij brand*: een te bouwen bouwwerk heeft een bouwconstructie die zodanig is dat het bouwwerk bij brand gedurende een redelijke tijd kan worden verlaten en doorzocht zonder dat er gevaar voor instorting is.
- *Beperking van het ontstaan van een brandgevaarlijke situatie*: een te bouwen bouwwerk is zodanig dat het ontstaan van een brandgevaarlijke situatie voldoende wordt beperkt.
- *Beperking van ontwikkeling van brand*: een te bouwen bouwwerk is zodanig, dat brand zich niet snel kan ontwikkelen.
- *(Verdere) beperking van uitbreiding van brand*: een te bouwen bouwwerk is zodanig dat uitbreiding van brand voldoende wordt beperkt.
- *Beperking van het ontstaan van rook*: een te bouwen bouwwerk is zodanig dat het zich snel ontwikkelen van rook voldoende wordt beperkt.
- *Beperking van verspreiding van rook*: een te bouwen bouwwerk is zodanig dat bij brand rook zich niet binnen korte tijd kan verspreiden naar een ander deel van het bouwwerk zodat op veilige wijze het aansluitende terrein kan worden bereikt.
- *Bescherming tegen geluid van buiten*: een te bouwen bouwwerk biedt in een verblijfsgebied bescherming tegen geluid van buiten.
- *Geluidwering tussen verblijfsruimten van dezelfde gebruiksfunctie*: Een te bouwen bouwwerk biedt bescherming tegen onderlinge geluidsoverlast tussen niet-gemeenschappelijke verblijfsruimten van dezelfde gebruiksfunctie.
- *Beperking van galm*: een te bouwen bouwwerk heeft in een verblijfsruimte of een gemeenschappelijke verkeersruimte een zodanige geluidsabsorptie, dat geluidshinder door galm wordt beperkt.
- *Geluidwering tussen ruimten van verschillende gebruiksfuncties*: Een te bouwen bouwwerk biedt bescherming tegen onderlinge geluidsoverlast tussen gebruiksfuncties.
- *Wering van vocht van buiten*: Een te bouwen bouwwerk heeft zodanige uitwendige scheidingsconstructies, dat binnendringen van vocht in verblijfsgebieden, toiletruimten en badruimten voldoende wordt beperkt.
- *Wering van vocht van binnen*: Een te bouwen bouwwerk heeft zodanige scheidingsconstructies dat de vorming van allergenen

# UITVOERINGSRICHTLIJNEN VOOR DAKBEDEKKINGSCONSTRUCTIES

## MET LEIEN VAN NATUURSTEEN, Deel 1. MAASDEKKING

---

voldoende wordt beperkt.

- *Beperking van de toepassing van schadelijke materialen:* Een te bouwen bouwwerk is zodanig dat de aanwezigheid van voor de gezondheid schadelijke stoffen, en van ioniserende stralen beperkt is.
- *Bescherming tegen ratten en muizen:* Een te bouwen bouwwerk is zodanig dat het binnendringen van ratten en muizen wordt tegengegaan.
- *Thermische isolatie:* Een te bouwen bouwwerk is zodanig dat warmteverlies door overdracht of geleiding voldoende is beperkt.
- *Beperking luchtdoorlatendheid:* Een te bouwen bouwwerk heeft een zodanige luchtdoorlatendheid dat het warmteverlies als gevolg van tocht wordt beperkt.
- *Energieprestatie:* Een te bouwen bouwwerk is voldoende energiezuinig.