

“ Voor het redden van het milieu moet iedereen zijn “steentje” bijdragen “

Woord vooraf

Studeren als hobby

Daar ik voor de aanvang van deze studie reeds 5 jaar werkzaam was als projectleider en ik in deze 5 jaar reeds een huis had gekocht, was het voor mij geen optie om mijn job op te geven en voltijds deze studie aan te vatten. Daarom heb ik gezocht naar alternatieven dewelke ik gevonden heb in het examencontract programma. Geen gemakkelijksoplossing, maar wel een oplossing.

Hierdoor heb ik in de afgelopen 4 jaar 99% van mijn vrije tijd aan deze studie gewijd. Echter wanneer ik er op terugkijk heeft het mij ook zeer veel geboden. De opgedane kennis kan men mij al niet meer afnemen.

In die 4 jaar heb ik mijn studie steeds trachten op te nemen als een uit de hand gelopen hobby. Ik studeer graag, lees graag, ontdek graag nieuwe dingen, hierdoor kon ik de 4 jaar overbruggen zonder dat mijn studie een extra stressbron moest zijn (deze heb ik professioneel al genoeg). Eerlijkheidshalve moet ik wel erkennen dat tijdens de examenperiode het steeds lastig was om dit voornemen waar te maken.

Hierbij wil ik dan ook het De Nayer instituut bedanken om mij de mogelijkheid te geven om dit diploma alsnog te behalen. Tevens zou ik dan ook alle docenten willen bedanken dewelke mij steeds zeer correct hebben geholpen aan de nodige cursussen en randinformatie waar nodig.

Waarom ?

Telkens mensen hoorde over mijn opleiding, kreeg ik de vraag waarom ik dit deed. Ik had reeds een goede, drukke job, waarom dan de moeite nog doen ?

Hier kan ik eigenlijk geen sluitend antwoord op geven. Waarom wil een sporter de wedstrijd winnen, waarom wil een triatleet een triatlon uitlopen ? Het was wel de uitdaging en kennis die mij aantrok, geheel het secundair ben ik nooit tot het uiterste van mijn kunnen moeten gaan om het jaar met succes te beëindigen. Dit knaagde aan mij. Ik had misschien wel industrieel ingenieur kunnen worden, indien ik een andere beslissing had genomen bij het beëindigen van mijn secundair. Ik denk dat ik vooral hierdoor de keuze heb gemaakt deze studie aan te vatten.

De masterproef, het hoogtepunt van de opleiding

De masterproef is het hoogtepunt van de opleiding en tevens ook de afsluiting. Het is het hoogtepunt daar van de studenten verwacht wordt al hun vergaarde kennis en opgedane ingenieursattitude te bundelen in één document, hun Masterproef.

Voor mij was dit eerlijk gezegd het moeilijkste van heel de opleiding. Het probleem dat je een jaar aan iets bezig bent, niet wetende dat wat je op dit moment aan het schrijven bent in de juiste lijn ligt, of dit wel de correcte attitude weergeeft, of het wel correct geformuleerd is ? Vragen waar je enkel een antwoord op krijgt wanneer je het voor evaluatie doorgeeft naar binnen- en buitenpromotor.

Bedankt !!!

Vandaar zou ik dan ook mijn binnenpromotoren Mevr. Katleen Maes en Dhr. Ralf Klein willen bedanken voor hun tijd en geduld met mij. Steeds hebben zij mij bijgestaan met raad en daad.

Ook mijn buitenpromotor, Dhr Wouter Hilderson, zou ik bij deze willen bedanken voor toegang tot de bibliotheek van het passiefhuisplatform en zijn raad.

Tot slot zou ik mijn familie en naasten willen bedanken voor hun begrip en geduld. Vele malen heb ik familiefeesten moeten weigeren om deze studie met succes te kunnen beëindigen. In het bijzonder mijn vriendin, dewelke steeds begripvol en behulpzaam is geweest, het huishouden alleen heeft gerund de voorbije 4 jaren. Dit alles om mij de kans te geven mijn droom te verwezenlijken.

Steve Keyzers

' De auteur geeft de toelating deze tekst op papier en digitaal voor consultatie beschikbaar te stellen en delen ervan te kopiëren voor eigen gebruik. Elk ander gebruik valt onder de strikte beperkingen van het auteursrecht. In het bijzonder wordt gewezen op de verplichting de bron uitdrukkelijk te vermelden bij het aanhalen van tekstdelen'

Abstract

De passiefhuisbouw is in Duitsland al jarenlang een groot succes en elk jaar worden hier dan ook meer en meer passieve woningen gebouwd. In ons land zijn er tal van initiatieven maar een stormloop voor deze bouwmethode blijft echter uit.

Een belg blijft redelijk traditiegetrouw aan zijn bouwmethoden. Reeds meer dan 30 jaar proberen tal van houtskeletbouwers voet aan de grond te krijgen in de bouwwereld en nu pas kan men van een relatief succes spreken. De Belgische woningen zijn namelijk nog steeds voor 90 % opgetrokken in de traditionele spouwmuurconstructie.

Een paar fabrikanten hebben afgelopen jaar de handen in elkaar geslagen en een grote publiciteitscampagne opgericht tot promotie van het “massiefpassiefhuis”, zoals zij het zelf noemen. Echter is deze er voornamelijk op gericht om hun eigen producten te promoten en bijgevolg is hun bouwmethode met hun producten misschien wel de juiste, maar misschien niet de beste.

Deze masterproef is erop gericht de mogelijkheden van materiaalgebruik in de traditionele spouwmuurconstructie te bekijken en te vergelijken. Er wordt in deze vergelijking rekening gehouden met de materiaaleigenschappen die doorslaggevend kunnen zijn in de beslissing tot werken met dit materiaal.

Tevens worden de aansluitingen van de verschillende bouwschillen met elkaar bekeken naar kwalitatieve uitvoering.

Al de details worden bekeken en beschreven op vlak van thermische kwaliteiten, oplossingen tegen vocht, luchtdichtheid en constructieve aandachtspunten.

Als besluit kan men stellen dat er tal van materiaalkeuzes zijn met elk zijn voor- en nadelen. De keuze zal hier voornamelijk afhangen van de ingesteldheid van de klant en de mogelijkheden van het ontwerp.

Bij de detaillering komt naar voren dat er steeds zeer behoedzaam te werk moet worden gegaan bij het maken van de details. Vele problemen kunnen worden voorkomen wanneer het detail gedegen wordt bestudeerd. Deze tekst tracht een degelijke beschrijving te geven van de mogelijke problemen met zijn mogelijke oplossingen, dit zonder de pretentie volledig te zijn.

Inhoudsopgave

Woord vooraf.....	3
Abstract.....	5
1. Inleiding.....	15
2. Schildelen.....	17
2.1. Spouwmuur.....	18
2.1.1. Buitenspouwblad.....	19
2.1.2. Isolatie.....	19
2.1.2.1. Harde isolatiematerialen.....	20
2.1.2.2. Zachte isolatiematerialen.....	25
2.1.2.3. Samenvatting isolatiematerialen.....	29
2.1.3. Spouwankers.....	29
2.1.4. Binnenspouwblad.....	30
2.1.5. Bepoelstering.....	32
2.1.6. Samenvatting spouwmuur.....	33
2.2. Vloeropbouw als gebouwschil.....	37
2.2.1. Vloerbedekking.....	38
2.2.2. Chapevloer en uitvullaag.....	39
2.2.3. Vloerisolatie.....	40
2.2.4. Draagvloer.....	44
2.2.5. Samenvatting vloeren.....	44
2.3. Dakopbouw.....	49
2.3.1. Hellend dak.....	49
2.3.1.1. Dakbedekking.....	50
2.3.1.2. (Pan-) en tengel-latten of bebordingen.....	50
2.3.1.3. Onderdak.....	50
2.3.1.4. Draagconstructie.....	50
2.3.1.5. Isolatie.....	53
2.3.1.6. Lucht/dampscherm.....	57
2.3.1.7. Afwerking van de dakconstructie.....	58
2.3.1.8. Samenvatting hellend dak.....	58
2.3.2. Plat dak.....	61
2.3.2.1. Ballast.....	61
2.3.2.2. Dakbedekking.....	62
2.3.2.3. Isolatie.....	62
2.3.2.4. Dampscherm.....	65
2.3.2.5. Draagvloer.....	65
2.3.2.6. Samenvatting plat dak.....	66
2.4. Buitenschrijnwerk.....	68

2.5.Besluit.....	69
3.Details.....	71
3.1.Aanzet spouwmuur.....	73
3.1.1.Thermische oplossingen.....	74
3.1.1.1.Cellenbeton.....	74
3.1.1.2.Cellenglas.....	75
3.1.1.3.Dieper doortrekken van de isolatie.....	75
3.1.1.4.Samenvatting en kostprijs.....	76
3.1.2.Luchtdichtheid.....	78
3.1.3.Vocht.....	79
3.1.3.1.Volle grond.....	80
3.1.3.2.Kruipruimte.....	80
3.1.3.3.Kelder.....	81
3.1.3.4.OPMERKING :	81
3.2.Aanzet binnenmuur.....	82
3.2.1.Thermische oplossingen.....	83
3.2.2.Luchtdichtheid.....	84
3.2.3.Vocht.....	86
3.2.3.1.Volle grond.....	86
3.2.3.2.Kruipruimte.....	86
3.2.3.3.Kelder.....	87
3.3.Verdiepingsvloer.....	88
3.3.1.Luchtdichting.....	88
3.4.Aansluiting muur – hellend dak.....	89
3.4.1.Thermische kwaliteiten.....	89
3.4.1.1.Langse gevel.....	89
3.4.1.2.Kopgevel.....	90
3.4.1.3.y -waarden.....	92
3.4.2.Luchtdichtheid.....	93
3.4.2.1.Langse gevel.....	93
3.4.2.2.Dwarse gevel.....	94
3.4.3.Vochtdichtheid.....	95
3.4.4.Constructie.....	95
3.4.4.1.Stabiele basis voor pannen.....	95
3.4.4.2.Pleisterwerk.....	96
3.5.Nok.....	97
3.5.1.Luchtdichtheid.....	97
3.5.2.Vochtdichtheid.....	99
3.6.Aansluiting gevel-plat dak.....	100
3.6.1.Thermische oplossingen.....	100

3.6.2.Luchtdichtheid.....	101
3.6.3.Vocht.....	101
3.7.Aansluiting plat dak – opgaande gevel.....	104
3.7.1.Thermische oplossingen.....	105
3.7.2.Luchtdichtheid.....	106
3.7.3.Vocht.....	108
3.7.4.Constructie.....	109
3.8.Inbouw buitenschrijnwerk.....	110
3.8.1.Horizontalale snede.....	111
3.8.1.1.Thermische oplossingen.....	111
3.8.1.2.Luchtdichtheid.....	113
3.8.1.3.Vocht.....	114
3.8.1.4.Constructief.....	115
3.8.2.Verticale snede.....	116
3.8.2.1.Linteel.....	116
3.8.2.2.Dorpel.....	120
3.9.Inwerken van leidingen in buitengevel (luchtdichting).....	127
4.Besluit.....	131
5.Bijlagen :	133
5.1.Omschrijving van de Nibe-classificatie.....	133
5.2.Gebruikte formule aangaande de berekening van de warmtedoorgangscoefficiënt van de verschillende schildelen.....	133
5.2.1.Warmteweerstand van een gebouwelement.....	133
5.2.2.Bepaling van de totale warmteweerstand van gebouwelementen.....	134
5.2.3.Warmtedoorgangscoefficienten.....	135
5.2.4.Bepaling van de warmtetransmissie via koudebruggen.....	136
5.3.Beoordeling van details op de kans op schimmelvorming en condensatieproblemen.....	137
6.DETAILS.....	139
7.Referenties :	211

Tekeningenregister

Tekening 1: Spouwmuurconstructie.....	18
Tekening 2: spouwmuuropbouw met dubbel regelwerk	26
Tekening 3: Spouwmuur met enkel verticaal regelwerk.....	27
Tekening 4: Spouwmuurconstructie.....	33
Tekening 5: Vloeropbouw.....	37
Tekening 6: Vloeropbouw.....	44
Tekening 7: Vloeropbouw boven kruipruimte/kelder.....	46
Tekening 8: Hellend dak voorbeeld opbouw.....	49
Tekening 9: Hellend dak voorbeelden mogelijke opbouwen.....	58
Tekening 10: Plat dakopbouw.....	61
Tekening 11: Plat dakopbouw.....	66

Tabellenregister

Tabel 1: Samenvatting eigenschappen isolatiematerialen.....	29
Tabel 2: Vergelijk vereiste dikte isolatiematerialen spouwmuur	33
Tabel 3: Prijsvergelijk isolatiematerialen spouwmuur.....	34
Tabel 4: Vergelijking vereiste isolatiedikte ifv binnenspouwblad.....	34
Tabel 5: Vergelijking kostprijs binnenspouwbladen.....	35
Tabel 6: Vergelijking dikte isolatiematerialen vloer.....	45
Tabel 7: Vergelijk kostprijs isolatiematerialen vloer.....	45
Tabel 8: vergelijking benodigde dikte chappe.....	46
Tabel 9: Vergelijk kostprijs chappe.....	46
Tabel 10: vergelijk dikte isolatiematerialen hellend dak.....	59
Tabel 11: Vergelijk kostprijs isolatiemateriaal hellend dak.....	59
Tabel 12: Vergelijk dikte isolatiematerialen plat dak.....	66
Tabel 13: Vergelijk kostprijs isolatiematerialen plat dak.....	66
Tabel 14: y-waarden en kostprijs aanzet spouwmuur.....	77
Tabel 15: y-waarden en kostprijs aanzet binnenmuur.....	83
Tabel 16: y - waarden aansluiting gevel-dak.....	92
Tabel 17: y-waarden aansluiting gevel-plat dak.....	100
Tabel 18: y-waarden aansluiting plat dak - gevel.....	105
Tabel 19: y-waarden horizontale inbouw buitenschrijnwerk.....	112
Tabel 20: y-waarden inbouw buitenschrijnwerk linteel.....	117
Tabel 21: y-waarden inbouw buitenschrijnwerk aan dorpel.....	122
Tabel 22: beoordelingsklassen f-klasse.....	137

Detailregister

Detail 1: Aanzet spouwmuur volle grond.....	73
Detail 2: Aanzet spouwmuur volle grond met cellenbeton.....	74
Detail 3: Aanzet spouwmuur volle grond met cellenglas.....	75
Detail 4: Aanzet spouwmuur dmv dieper doortrekken van de isolatie.....	75
Detail 5: Aanzet spouwmuur met cellenglas, isolatie doorgetrokken tot op de funderingsvoet.....	76
Detail 6: Luchtdichtingsfolie aansluitingen.....	78
Detail 7: Aansluiting dwarse muur met spouwmuur ivm luchtdichting.....	78
Detail 8: Vochtkering fundering op volle grond.....	80
Detail 9: Vochtkering fundering met kruipruimte.....	80
Detail 10: Vochtkering fundering met kelder.....	81
Detail 11: Aanzet muur op volle grond met cellenglas.....	83
Detail 12: Luchtdichting aanzet muur.....	84
Detail 13: Luchtdichtheid aanzet muur verlijming op betonplaat.....	85
Detail 14: Vochtkering aanzet muur op volle grond.....	86
Detail 15: Vochtkeringen aanzet muur op kruipruimte.....	86
Detail 16: Aanzet binnenmuur boven kelder.....	87
Detail 17: Verdiepingsvloer + situering detail 18.....	88
Detail 18: Luchtdichtingsfolie aan verdiepingsvloer.....	88
Detail 19: Aansluiting spouwmuur - hellend dak met bakgoot langse snede.....	89
Detail 20: Kopgevel aansluiting gevel-dak traditionele timmer.....	90
Detail 21: Kopgevel aansluiting gevel-dak sarkingisolatie	90
Detail 22: Luchtdichting aansluiting gevel-dak traditionele timmer.....	93
Detail 23: Luchtdichting aansluiting gevel-dak keperspanten.....	93
Detail 24: Luchtdichting aansluiting gevel-dak kopgevel.....	94
Detail 25: Luchtdichting aansluiting gevel-dak kopgevel sarkingdak.....	94
Detail 26: Dwarse aansluiting gevel-dak doorlopende gordingen.....	95
Detail 27: Dwarse aansluiting gevel-dak keperoversteek.....	95
Detail 28: Dwarse aansluiting gevel dak sarkingisolatie.....	96
Detail 29: Nok traditionele timmer.....	97
Detail 30: Aansluiting luchtdichtingsfolie traditionele timmer.....	97
Detail 31: Aansluiting luchtdichtheid keperspanten.....	98
Detail 32: Aansluiting gevel - plat dak	100
Detail 33: Aansluiting luchtdichting gevel-plat dak.....	101
Detail 34: Spouwoverbrugging bij deksteen.....	102
Detail 35: Aansluiting plat dak-opgaande muur met cellenbeton.....	104
Detail 36: Aansluiting plat dak -opgaande gevel met cellenglas	105
Detail 37: Aansluiting luchtdichting plat dak-gevel.....	106
Detail 38: Aansluiting luchtdichtheid plat dak-gevel met prefabpanelen.....	106

Detail 39: Aansluiting luchtdichtheid plat dak-gevel draagbalk.....	107
Detail 40: Vochtdichtheid plat dak-gevel.....	108
Detail 41: Inbouw buitenschrijnwerk horizontale snede met teruggemetste dag.....	111
Detail 42: Inbouw buitenschrijnwerk horizontale snede met teruggemetste dag afgeschuind.....	111
Detail 43: luchtdichtheidsaansluiting met multiplex bevestiging.....	113
Detail 44: Luchtdichtheidsaansluiting bevestiging mbv ankers.....	113
Detail 45: vochtkering inbouw buitenschrijnwerk.....	114
Detail 46: Plaatsing van pleisterplaat.....	115
Detail 47: Inbouw buitenschrijnwerk - linteel met teruggemetste dag.....	116
Detail 48: Vochtkering aan het linteel.....	118
Detail 49: inbouw raam natuursteen dorpel.....	120
Detail 50: Inbouw raam natuursteen dorpel supplementaire isolatie.....	120
Detail 51: inbouw deur dorpel met fundering op volle grond.....	121
Detail 52: Luchtdichtheidsaansluiting met multiplex	123
Detail 53: Luchtdichtheidsaansluiting met luchtdichtingsfolie tot een raam.....	123
Detail 54: Luchtdichtingsaansluiting met pleisterwerk tot aan het raam.....	123
Detail 55: Luchtdichtingsaansluiting deur.....	124
Detail 56: Plaatsing vochtkering bij dorpels.....	125
Detail 57: Plaatsing vochtkering bij dorpel deur.....	125
Detail 58: inbouw leidingen in binnenspouwblad.....	127
Detail 59: Aansluiting luchtdichting sanitair leiding.....	128
Detail 60: Aansluiting luchtdichtingsfolie op leiding.....	128
Detail 61: luchtdichting inbouwdoos.....	128

Fotoregister

Foto 1: Voorbeeld van pleistergaas voor luchtdichting.....	78
Foto 2: Bevestiging van raam mbv multiplex kader.....	115
Foto 3: Bevestiging van raam mbv ankers.....	115
Foto 4: Dorpel met opzetkussen.....	125
Foto 5: Aansluitmanchet luchtdichtheid.....	127
Foto 6: luchtdichte elektrische inbouwdoos.....	128

Afbeeldingenregister

Afbeelding 1: dakconstructie met traditioneel draagspant en gordingen (bron : WTCB TV 202).....	52
Afbeelding 2: Spantendak (bron : WTCB TV 202).....	52
Afbeelding 3: In rekening te nemen afmetingen bij inbouw buitenschrijnwerk (bron : annex 9 PHHP 2007).....	110
Afbeelding 4: thermisch goed ingebouwd buitenschrijnwerk (bron : Annex 9 PHHP 2007.....	111
Afbeelding 5: Temperatuurverloop in de zone van de bevestiging van de gevelsteen.....	116
Afbeelding 6: Ondersteuningsconsoles voor metselwerk (bron : Plakabeton).....	119
Afbeelding 7: L-profiel (bron : Scaldex, Catnic).....	119
Afbeelding 8: Gebruik murfor.....	119

1. Inleiding

Passiefhuisbouw is het summum van de bouwwereld. Het creëren van een gebouw dat zichzelf verwarmt¹ kan men enkel bekomen door een doorgedreven ontwerp, isolatie en installaties. Geen wonder dat dit in de gedachten spookt van menig ingenieur. Op ecologisch vlak scoort dit ook zeer goed, aangezien er maar een zeer kleine hoeveelheid brandstof verbruikt wordt. Dit kan fossiel of zelfs hernieuwbaar gebeuren, wat in deze hoeveelheden een zeer haalbare kaart is.

In deze visie kan men met een beperkte investering aan hernieuwbare energie een energie-0-woning of zelfs actieve woning bouwen. Door het beperkte verbruik zullen deze kosten steeds vele malen minder zijn dan wanneer men dit tracht te doen bij een K45 woning.

Het grote succes van de passiefhuisbouw zal echter uitblijven wanneer enkel de academici van deze bouwmethode overtuigd worden. In de academische wereld is de passiefhuisbouw reeds alom bekend, nu dient de publieke opinie hiervan nog overtuigd te worden.

De Belg bouwt namelijk volgens de traditie veel in baksteen. Eerst in massieve muur, later in de jaren '50 met lege spouwmuur tot in de jaren '70 er isolatie in de spouw werd geplaatst. Dit eerst uit noodzaak gezien de energiecrisis in die tijd, later bleef dit behouden tot bevordering van het comfort. Sindsdien is deze evolutie alleen maar uitgebreid doordat er telkens verbeteringen werden aangebracht en aanpassingen gedaan werden ter verbetering van de constructie. Echter in de passiefhuisbouw hinkt deze bouwmethode nog achterop.

Reeds verschillende jaren worden passiefhuizen opgetrokken door middel van houtskeletbouw, strobalebouw, betonbouw met polystyreen verloren bekisting, enz. Enkel de traditionele spouwmuur hinkt in dit rijtje nog achterop. Waarschijnlijk niet omdat dit de haalbaarheid bemoeilijkt maar omdat dit bij de passiefhuisbouw niet bekend was. Het publiek dat gewonnen was/is voor het bouwen van een passiefhuis, schakelde dus al gauw over op de andere bouwmethodes.²

Om de Belg sneller te laten overschakelen naar passiefhuisbouw zou dit beter in zijn bouwtraditie blijven, namelijk de traditionele spouwmuurconstructie. Iemand overtuigen voor 1 zaak is steeds gemakkelijker dan voor meerdere zaken.

Enkele fabrikanten³ hebben dit ook gedacht en de handen in elkaar geslagen voor het bouwen van een passiefhuis. Dit grotendeels tot promotie van hun producten, waarbij dan de vraag rijst of deze bouwmaterialen de enige bruikbare zijn en hun koudebrugoplossingen wel de enige zijn.

Het voordeel van de traditionele spouwmuurconstructie is voornamelijk zijn massa. Deze zal zorgen voor een hoge warmtecapaciteit van de woning en houdt de woning in de zomer koel en in de winter warm. De warmtecapaciteit van het gebouw zal zorgen voor een verminderd energieverbruik, minder kans op oververhitting en minder temperatuurschommelingen in de woning.⁴

Dit kan men zeker niet doortrekken naar minder goed geïsoleerde woningen daar deze winsten pas bij extreem goede isolatie bekomen worden. Met een extreem goede isolatie en een optimale benutting van de zonnewinsten levert de warmtecapaciteit enig voordeel in voor- en najaar. Dankzij de zonnewinsten wisselen wel en niet verwarmen elkaar dan af. De gunstige invloed op de uitlopers van het stookseizoen draagt echter maar marginaal bij tot een vermindering van de netto energiebehoefte voor verwarming over het volledige stookseizoen.⁵

Deze masterproef behelst voornamelijk de volgende vragen, namelijk :

Welke materialen zijn bruikbaar in een traditioneel gebouw ?

Welke koudebrugoplossingen zijn er mogelijk en hoe verhouden deze zich qua kwaliteiten ?

Bij de detaillering is er getracht om een greep te nemen uit de veel voorkomende details in de traditionele bouw. Deze Masterproef pretendeert niet alle details te beschrijven in de passiefhuisbouw, enkel een greep uit de veelvoorkomende.

1 *Passiefhuis dient nog wel verwarmd te worden, echter dit wordt door een minimum beperkt (15kWh/m²/jaar)*

2 *De overweging zou ook ivm ecologische motieven van de spouwmuurconstructie afgeweken hebben.*

3 *Fabrikanten Wienerberger en Recticell*

4 *Bron : www.massiefpassief.be ~onderzoeksgegevens van dynamisch onderzoek door Technum, Gent*

5 *Bron : Toegepaste bouwfysica en installaties in gebouwen : Binnenmilieu, energie, verwarming, ventilatie – Hugo Hens – referentie nr. 7*

Het ontwerp van een passiefhuis is nog verre van voltooid nadat de bouwschil en detailleringen voltooid zijn. Het al dan niet behalen van het passiefhuis zal ook in grote mate afhangen van het ontwerp (compactheid, oriëntatie, zonnewinsten, zonnewering, planopbouw en derg.) en installaties (ventilatieunit, opwekking warm water, opwekking van ruimteverwarming, en derg.)

Alle bestanddelen van ontwerp naar schildelen en installaties dienen op elkaar te worden afgestemd. Alle kleine details dienen perfect op elkaar aan te sluiten om een ideaal binnenklimaat te verkrijgen voor een stookkost dewelke ruim onder het gemiddelde ligt.

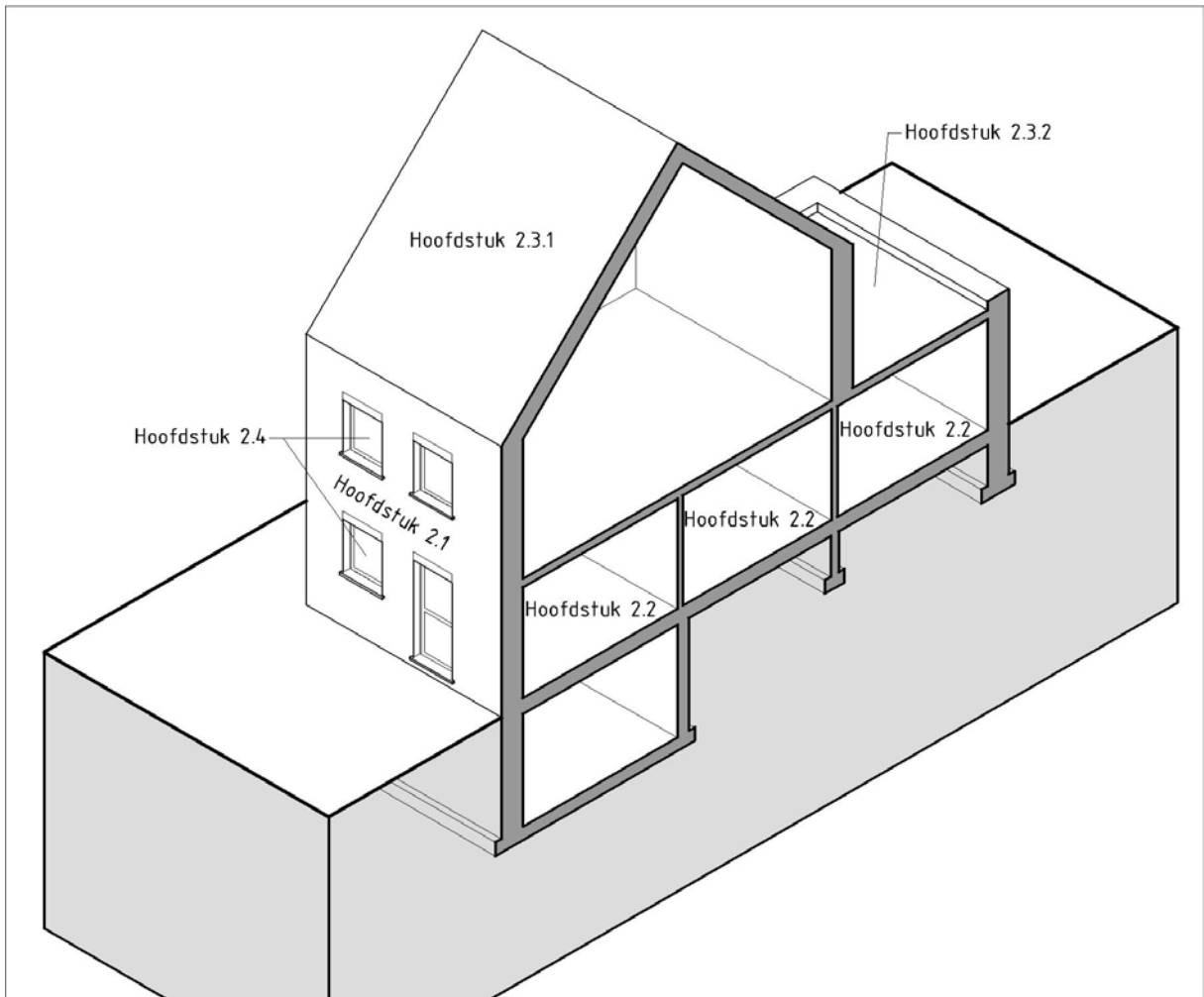
Daar al deze onderdelen ons te ver zouden leiden beperkt deze masterproef zich enkel tot de schildelen en zijn details.

Bij de verdediging van de masterproef en de aanloop hiernaartoe zijn er een aantal opmerkingen gemaakt op de Masterproef. Zelf heb ik dan de vrijheid genomen om deze, en eigen later gemaakte bedenkingen nog aan te passen aan deze versie van mijn masterproef.

2. Schildelen

De schildelen zullen de binnenomgeving beschermen tegen de weersinvloeden en temperaturen van buitenaf. Hiermee vervullen zij de belangrijkste functies van het gebouw.

In volgende hoofdstukken zullen de schildelen afzonderlijk worden besproken met hun functies en aandachtspunten.



Situering van de schildelen met verwijzing naar de desbetreffende hoofdstukken

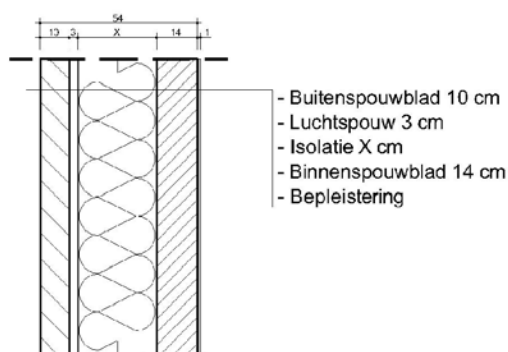
2.1. Spouwmuur

De spouwmuur is bij een woning een belangrijke bouwschil daar deze de 4 essentiële functies van de woning behelst, namelijk

1. Beschermen (regen, wind)
2. Isoleren
3. Dragende functie, van zowel de verdiepingsvloeren (incl. gebruikslasten) als de dakconstructie.
4. Luchtdichtheid

Deze 4 functies zullen zich ook vertalen in minimum 4 onderdelen van de spouwmuur, zie tekening 1 :

1. Buitenspouwblad (beschermen)
2. Isolatie (isoleren)
3. Binnenspouwblad (dragende functie)
4. Bepleistering (luchtdichtheid)



Tekening 1: Spouwmuurconstructie

Het spreekt voor zich dat hier talloze combinaties mogelijk zijn, doch deze zijn niet allemaal even geschikt als gebouwschil in een passiefhuis.

Er zijn 2 mogelijkheden om de spouw op te vullen, ofwel geheel opvullen (gesloten spouw) ofwel werken met een luchtspouw (geventileerde spouw). Niet alle isolaties zijn bruikbaar voor een gesloten spouw en zodoende dient dit in dit opzicht dan ook nagekeken te worden. De luchtspouw zal bij gesloten spouw 1 cm genomen worden en bij geventileerde spouw min 3 cm. De gesloten spouw vereist een secure plaatsing van zowel de isolatie als de gevelsteen daar hier een grotere kans is op vochtbruggen en dergelijke. Een voordeel van de gesloten spouw is dat bij onverzorgde plaatsing van de isolatie deze een kleiner verlies van efficiëntie geeft (niettegenstaande de U-waarde met 180% stijgt, geventileerde spouw met 300% ⁶⁾). Echter mag men bij het bouwen van een passiefhuis niet uitgaan van een onverzorgde plaatsing. Met deze mentaliteit zal men de vereiste waarden nooit halen.

Voor een geventileerde spouw dient men de spouw onder en boven elk verdiep te verluchten door middel van open stootvoegen (2 st/lm), supplementair dient, bij hoge gebouwen, de spouw gecompartmenteerd te worden.

Qua opbouw heeft het de voorkeur om eerst het binnenspouwblad op te trekken, de isolatie te plaatsen en hierna pas het buitenspouwblad te metselen in plaats van over de hand te metselen. Dit om een betere verwerking van de isolatie mogelijk te maken.

6 Bron : Bouwfysica 2/1a "Bouwdelen" – Hugo Hens zie ref. nr. 4

2.1.1. Buitenspouwblad

Het buitenspouwblad heeft, zoals in voorgaande paragraaf reeds vermeld, als voornaamste functie het beschermen van de isolatie en het binnenspouwblad (en binnenomgeving) tegen de weersinvloeden. Traditioneel zijn vele woningen opgetrokken in een baksteenmetselwerk buitenspouwblad, maar vele afwerkingsmethoden zijn heden ten dage bruikbaar, van plaatmaterialen tot bepleisteringen. Echter in het licht van deze thesis gaan we alleen verder met het metselwerk buitenspouwblad.

De thermische waarde van het buitenspouwblad geeft geen significante verbetering van de totale isolatiewaarde van de muur, zodoende dient de keuze hiervan niet af te hangen.

Één van de voornaamste punten is het uitzicht. De meeste mensen zullen bij hun keuze enkel rekening houden met dit criteria. Verder is het aangeraden steeds een gevelsteen te verkiezen met Benor-keuring en dewelke voldoet aan onderstaande eisen :

- Een wateropslorping afhankelijk van de soort van 18-12%
- Zeer vorstvast
- Hygrometrische krimp of zwelling beneden de 0,1mm/m
- Beperkte uitbloeiingsverschijnselen
- Karakteristieke druksterkte minimum 5 N/mm²
- Gemiddelde druksterkte minimum 8 N/mm²
(dit volgens NBN B 24-201;24-203;27-009-27-011)

Qua verwerking is het een must om de verwerkingsvoorschriften van de fabrikant te volgen om kwaliteitswerk af te leveren.

2.1.2. Isolatie

De isolatie is in de passiehuishoudbouw een zeer belangrijk onderdeel daar deze zorgt voor het behaaglijke binnenklimaat met een minimum aan stookkosten en energieverbruik.

Er zijn verschillende materialen welke kunnen gebruikt worden met een grote diversiteit aan isolatiewaarde en dus ook benodigde isolatiedikte. Hiervan zal de keuze afhangen samen met het capillair gedrag en de dampdichtheid van het materiaal als belangrijkste eigenschappen.

Wij kiezen er hier voor om de isolatiematerialen te verdelen in 2 groepen, namelijk de harde en zachte isolatiematerialen

Wat dampdichtheid/-openheid aangaat geeft men dit voor zowel het dampdichte als voor dampopen isolatiematerialen als voordeel aan.

De dampdichte materialen hebben als voordeel dat deze materialen een dichte celstructuur hebben en hier doorgaans een betere isolatiewaarde mee bekomen. Door de luchtdichtheid van deze materialen kunnen deze ook dienst doen als luchtscherm, echter dienen alle naden dan zeer zorgvuldig te worden afgekleefd bij de plaatsing. Doordat deze tape aan de buitenzijde van de isolatie wordt geplaatst en zodoende alle temperatuurschommelingen dient te ondergaan, is de levensduur van dit luchtscherm sterk in vraag te stellen.

Nadeel van dezelfde dampdichtheid is dat de woning gedurende zijn gehele levensduur alle vocht van geheel de constructie langs binnen dient uit te migreren. De woning kan als het ware niet "ademen". Ook bij minder secure plaatsing zullen de harde, dampdichte materialen meer verlies van isolatiewaarde hebben.

Het bovenstaande in acht genomen kan men stellen dat het gebruik van dampopen isolatiematerialen de voorkeur wegdraagt ten opzichte van de dampdichte isolatiematerialen

2.1.2.1. Harde isolatiematerialen

Harde isolatiematerialen hebben doorgaans een betere isolatiewaarde dan zachte, echter dient bij de verwerking ervan veel beter gelet te worden op kieren en openingen van de isolatie.

- Verwerking :
- Minimale luchtsouw van 40 mm, dit om mortelophopingen in de souw te voorkomen, dit kan namelijk vochtindringing en/of koudebruggen veroorzaken.
Alle cementbaarden en lijmresten dienen verwijderd te worden aan de buitenzijde van het binnensouwblad
 - De platen dienen in halfsteensverband te worden aangebracht
 - Indien de platen voorzien zijn van sponingen, dienen deze naar buiten af te wateren, de “pen” dient steeds naar boven geplaatst te worden
 - Minimaal 4 souwhaken per vierkante meter, bij voorkeur op de hoeken van de platen. Hierbij dient gebruik gemaakt te worden van isolatieclipsen om de isolatie tegen het binnensouwblad te trekken.
 - De platen dienen nauwkeurig op maat gezaagd/ gesneden te worden om kieren te voorkomen.
 - Eventuele naden dienen gedicht te worden met gespoten isolatieschuim
 - Voor de bevordering van de isolatiewaarden dienen, wanneer er meerdere platen tegen elkaar dienen geplaatst te worden, de platen steeds geschrinkt geplaatst te worden.
 - Voorkom dat mortelspecie in de souw valt om vochtbruggen te voorkomen.

7

Het gevaar op kieren en holten is bij harde isolatiematerialen een grote bezorgdheid. Met name rond souwhaken en bij de aansluiting van platen dient er nauwlettend in de gaten gehouden te worden dat hier geen extra kieren en openingen ontstaan dewelke een verlies van isolatiewaarde tot gevolg kunnen hebben. Het risico kan men beperken door gebruik te maken van platen met tand en groefverbinding. De eventuele kieren zou men kunnen opvullen door het opspuiten van de openingen met vloeibaar pur-schuim. Hier dient men er echter op te letten dat wanneer men een kleine opening heeft, men het schuim geheel tot achteraan door laat lopen, desnoods door de opening groter te maken. Bij het opspuiten zal men er ook moeten op letten dat men het laag expansieve (low-expansion) pur-schuim neemt, anders zal het schuim de omliggende isolatie wegdrrukken met de nodige problemen tot gevolg.

Inzake de lucht- en winddichtheid van de isolatie geeft men ook de voorkeur voor het afkleven van de naden met kleefband van hoge kwaliteit zodanig dat deze niet na verloop van tijd gaat lossen van de isolatie. Door deze kleefband zal de koude lucht niet tussen de platen kunnen dringen om zo een koude brug te vormen.

Een minpunt van de harde isolatieplaten is dat de aansluiting tegen het binnensouwblad niet altijd zonder kieren kan gebeuren omwille van de toleranties op het metselwerk en op de gebruikte stenen voor het binnensouwblad. Om een zo vlak mogelijke wand te bekomen kan men best de muur metselen met de “koord” aan de zijde van de souw, hierdoor zal men een minimale afwijking in het vlak verkrijgen aan de zijde van de souw. Het nadeel echter is dat alle toleranties dan aan de binnenzijde komen en dit geheel dient opgelost te worden door de pleisterwerken.

Een andere oplossing kan erin bestaan een zachte isolatieplaat te plaatsen tegen het binnensouwblad en dan hierop de harde plaat te plaatsen. Hierdoor zullen de toleranties opgevangen worden door de zachte isolatieplaat en kan de harde plaat zonder kieren hierop geplaatst worden. Men dient er wel op te letten dat de zachte isolatieplaat een lage densiteit heeft zodat deze de toleranties van het metselwerk kan opvangen. Wanneer een dunne laag zachte isolatie gebruikt wordt, is er geen probleem te verwachten met interne condensatievorming.

Onderstaand vindt U de meest courant gebruikte harde isolatiematerialen vermeld met de voor- en nadelen van elk van deze.

7 Bron : zie referentie nr. 4 en plaatsingsvoorschriften van de harde isolatiematerialen

a) Fenol (PF)

Beschrijving : Dit relatief nieuw product is nog vrij onbekend in de woningbouwmarkt en wordt momenteel slechts ingevoerd via 1 producent. Deze plaat is samengesteld uit resol-hardschuim aan beide zijden gecacheerd met een samengestelde aluminium folie. Het resol-hardschuim heeft een gesloten celstructuur en is gebaseerd op een resolhars dat tijdens het vervaardigen tot schuim wordt gevormd.

Isolatiewaarde : 0,021 W/mK – 0,025 W/mK

Nibe classificatie⁸: milieu : 1c gezondheid : -

Soortelijke warmte : $\pm 1470 \text{ J/(kg.K)}$

Diffusieweerstand : $\mu = 110$

Voordelen :

- Maximale isolatiewaarde en dus minimale isolatiedikte
- Heeft een lange levensduur
- Gaat niet hangen op de spouwvakken, heeft een eigen stijfheid.
- Een van de meest ecologische harde isolatiematerialen
- Licht van gewicht, gemakkelijk te hanteren

Nadelen :

- Vochtgevoelig
- Zeer dampdicht
- Corrosief
- Kan irriterend werken op de huid
- Brandgevoelig (klasse C)
- Moeilijker te verwerken
- Duurder product

b) Polyurethaan (PUR)

Beschrijving : De platen zijn samengesteld uit hard polyurethaanschuim, bekleed met een gasdicht folie aan beide zijden. Polyurethaan is een polymeer, hetwelk wordt verkregen door een isocyanaat met een polyol te laten reageren in aanwezigheid van een katalysator, een blaasmiddel en de nodige toeslagstoffen waardoor zich een hard schuim vormt met een dichte celstructuur.

De afzonderlijke platen dienen onderling te worden verkleefd om te vermijden dat het gas van de platen kan ontsnappen en hierdoor de isolatiewaarde van de platen verminderd.

Isolatiewaarde : 0,023 W/mK – 0,028 W/mK

Nibe classificatie : milieu : 3b gezondheid : -

Soortelijke warmte : $\pm 1470 \text{ J/(kg.K)}$

Diffusieweerstand : $\mu = 50 - 100$

Voordelen :

- Goede isolatiewaarde en dus minimale isolatiedikte
- Heeft een lange levensduur
- Gaat niet hangen op de spouwvakken, heeft een eigen stijfheid.
- Niet capillair, weinig hygroscopisch, zodoende bruikbaar als funderingsisolatie, onder druk enige wateropname
- Licht van gewicht, gemakkelijk te hanteren

Nadelen :

- Zwaardere ecologische productielast
- Is onderhevig aan thermische zettingen
- Dampdicht
- Moeilijker te verwerken
- Brandgevoelig (klasse C)
- Kan worden aangevreten door insecten en knaagdieren
- Duurder product

8 Zie basis van de classificatie in bijlage 1

c) Geëxtrudeerd polystyreen (XPS)

Beschrijving : De platen zijn samengesteld uit geëxtrudeerd polystyreen en genieten meestal geen verdere afwerking. Polystyreen is een polymeer van het monomeer styreen. XPS heeft een dichte celstructuur en is ongevoelig voor vocht.

Isolatiewaarde : 0,036 W/mK – 0,040 W/mK

Nibe classificatie : milieu : 2c gezondheid : 0

Soortelijke warmte : $\pm 1470 \text{ J/(kg.K)}$

Diffusieweerstand : $\mu = 80 - 250$

Voordelen :

- Heeft een lange levensduur
- Gaat niet hangen op de spouwhaken, heeft een eigen stijfheid.
- Vochtongevoelig en zodoende bruikbaar als funderingsisolatie, beperkte wateropslorping (0,7%), niet hygroscopisch, niet capillair, neemt zelfs onder druk geen water op
- Licht van gewicht, gemakkelijk te hanteren

Nadelen :

- Heeft zelfde isolatiewaarde als de minerale wollen, maar is duurder.
- Zwaardere ecologische productielast
- Heeft een grote thermische uitzettingscoëfficiënt, kan blijvend vervormen tgv temperatuurstijging
- Moeilijker te verwerken
- Zeer brandgevoelig (klasse C - D)
- Dampdicht tot zeer dampdicht

d) Geëxpandeerd polystyreen (EPS)

Beschrijving : De platen zijn samengesteld uit geëxpandeerd polystyreen en genieten meestal geen verdere afwerking. Polystyreen is een polymeer van het monomeer styreen dewelke onder toevoeging van CO₂ een schuim vormt met een bolletjesstructuur met zeer kleine cellen. In de volksmond is dit product beter bekend als piepschuim of Isomo.

Isolatiewaarde : 0,034 W/mK – 0,040 W/mK

Nibe classificatie : milieu : 2c gezondheid : 0

Soortelijke warmte : $\pm 1470 \text{ J/(kg.K)}$

Diffusieweerstand : $\mu = 20 - 220$

Voordelen :

- Heeft een lange levensduur
- Weinig hygroscopisch en niet capillair.
- Gaat niet hangen op de spouwhaken, heeft een eigen stijfheid.
- Vochtongevoelig en zodoende bruikbaar als funderingsisolatie
- Licht van gewicht, gemakkelijk te hanteren

Nadelen :

- Mindere isolatiewaarde, zodoende een dikkere isolatie vereist.
- Neemt water op onder druk.
- Zeer brandgevoelig (klasse C - D)
- Gevoelig aan thermische zettingen
- Dampremmend tot dampdicht
- Moeilijker te verwerken
- Heeft een slechte reputatie aangaande de "eetbaarheid" door knaagdieren.

e) Polyisocianuraat (PIR)

Beschrijving : De platen zijn samengesteld uit hard polyisocianuraatschuim, bekleed met een gasdicht folie aan beide zijden. Polyisocianuraat is een polymeer, hetwelk wordt verkregen door een isocyaanaat met een polyol te laten reageren in aanwezigheid van een katalysator, een blaasmiddel en de nodige toeslagstoffen, zo vormt zich een hard schuim met een dichte celstructuur. Het enige verschil met polyurethaan is de hoeveelheid isocyaanaat.

Isolatie waarde : 0,023 W/mK – 0,028 W/mK

Nibe classificatie : milieu : 3b gezondheid : -

Soortelijke warmte : $\pm 1470 \text{ J/(kg.K)}$

Diffusieweerstand : $\mu = 50 - 100$

Voordelen :

- Goede isolatiewaarde en dus minimale isolatiedikte
- Brandvertragend (klasse B)
- Heeft een lange levensduur
- Gaat niet hangen op de spouwhaken, heeft een eigen stijfheid.
- Niet capillair, weinig hygroscopisch, zodoende bruikbaar als funderingsisolatie
- Licht van gewicht, gemakkelijk te hanteren

Nadelen :

- Zwaardere ecologische productielast
- Is onderhevig aan thermische zettingen
- Dampdicht
- Moeilijker te verwerken
- Kan worden aangevreten door insecten en knaagdieren
- Duurder product

f) Geëxpandeerde kurk

Beschrijving : De platen worden gevormd uit vermalen, blanke kurkkorrels dewelke onder druk en hoge temperatuur geëxpandeerd worden door toevoeging van stoom. Onder invloed van deze hitte gaan de kurkcellen vergroten en verdonkeren. Eigen natuurlijke harsen zorgen voor het samenklitten van de korrels zodanig deze platen vormen. Door de vochtgevoeligheid van het materiaal valt de bruikbaarheid als spouwisolatie serieus in vraag te stellen. Hierdoor zullen wij deze in de volgende vergelijkingen niet meer gebruiken.

Isolatie waarde : 0,033 W/mK – 0,050 W/mK

Nibe classificatie : milieu : 1a gezondheid : +

Soortelijke warmte : $\pm 1670 \text{ J/(kg.K)}$

Diffusieweerstand : $\mu = 5 - 30$

Voordelen :

- Brandvertragend (klasse B1)
- Heeft een lange levensduur
- Gaat niet hangen op de spouwhaken, heeft een eigen stijfheid.
- Van nature waterafstotend
- Ecologisch product
- Goede akoestische prestaties

Nadelen :

- Is onderhevig aan thermische zettingen
- Niet te gebruiken bij een hoge te verwachten vochtigheid
- Moeilijker te verwerken
- Kan worden aangevreten door insecten en knaagdieren
- Duurder product

g) Cellenglas

Beschrijving : Cellenglas wordt gefabriceerd op basis van glas dewelke onder toevoeging van koolstof een cellulaire structuur gaat aannemen. Hierdoor ontstaat een dichte cellenstructuur met een isolerend gas in.

Isolatiewaarde : 0,040 W/mK – 0,048 W/mK

Nibe classificatie : milieu : 1c gezondheid : 0

Soortelijke warmte : $\pm 840 \text{ J/(kg.K)}$

Diffusieweerstand : $\mu = \infty$

Voordelen :

- Heeft een lange levensduur
- Gaat niet hangen op de spouwhaken, heeft een eigen stijfheid.
- Is niet onderhevig aan thermische zettingen
- Vochtongevoelig en zodoende bruikbaar als funderingsisolatie
- Onsamendrukbaar en onaantastbaar door ongedierte en inwerking door chemische producten
- Waterdicht
- Onbrandbaar (klasse A1)
- Cellenglas is immuun tegen de meeste basen en zuren.

Nadelen :

- Mindere isolatiewaarde, zodoende een dikkere isolatie vereist.
- Geheel dampdicht
- Moeilijker te verwerken
- Een van de duurste isolatieproducten

2.1.2.2.Zachte isolatiematerialen

Zachte isolatieplaten hebben doorgaans een mindere isolatiewaarde maar dit wordt meer dan ruimschoots gecompenseerd door de eenvoudige verwerkbaarheid. In de vorm van platen sluiten deze nauwer aan elkaar aan en geven zodoende minder snel kieren en openingen dan de harde varianten.

In het verleden zijn er veel problemen geweest met deze materialen aangaande het doorzakken van de platen en gaan hangen van de platen op de spouwhaken. Deze problemen werden veelvuldig onderzocht door de fabrikanten en hier werden de nodige maatregelen voor genomen. Dit had meestal consequenties naar densiteit van de platen en bijkomende folies.

- Verwerking :**
- Zowel plaatsing in volle spouw als geventileerde spouw mogelijk afhankelijk van het type.
 - Indien geventileerde spouw, minimum breedte van 30 mm gewenst.
 - Platen steeds in verband te plaatsen (halfsteens)
 - Bij plaatsing van meerdere platen in de dikte dienen de platen geschrant geplaatst te worden.
 - Er dienen 4 spouwhaken per vierkante meter gebruikt te worden.
 - Voorkom dat mortelspecie in de spouw valt om vochtbruggen en koudebruggen te voorkomen.
 - Er dient voor gezorgd te worden dat de isolatie met de isolatieclipsen tegen het binnenspouwblad wordt gedrukt, echter mogen deze de isolatie niet verdrukken.
 - De isolatie dient in de niet-werkperiodes afgedekt te worden zodanig er geen waterindringing langs boven kan zijn.
 - Afhankelijk van de stevigheid van de isolatiematerialen zal er een frame dienen gemaakt te worden om de isolatie recht te houden.

a) Glaswol

Beschrijving : Glaswol is een silicaat dat gebruikt wordt als isolatiemateriaal. Het product is vervaardigd uit zand en gerecycled glas. Het materiaal heeft een driedimensionale structuur van vezels waarin de lucht wordt ingesloten.

Isolatiewaarde : 0,032 W/mK – 0,041 W/mK

Nibe classificatie : milieu : 1b gezondheid : -

Soortelijke warmte : $\pm 840 \text{ J/(kg.K)}$

Diffusieweerstand : $\mu = 1 \text{ à } 1,2$

Voordelen : - Goede isolatiewaarde voor zachte isolatiematerialen

- Gemakkelijke verwerking
- Onbrandbaar (klasse A)
- Niet capillair, vochtafstotend tot in de massa en weinig hygroscopisch
- Geen thermische zettingen
- Dampopen
- Een van de goedkopere isolatiematerialen
- Naargelang de producten kan het in een geventileerde of volle spouw gebruikt worden

Nadelen :

- Het materiaal irriteert huid- en slijmvlieszen, bij verwerking dient hiermee rekening te worden gehouden
- Het materiaal verliest bij langere natte toestand zijn stabiliteit.
- Wespen en knaagdieren maken hun nesten in het materiaal
- Bij langdurige blootstelling aan hoge temperaturen, vocht en lucht verpulveren de vezels

b) Rotswol

Beschrijving : Rotswol is een isolatieproduct dat vervaardigd wordt uit basalt of diabaas. Deze wordt gesmolten en tot slierten geworpen op het deken zodanig deze slierten terug aan elkaar smelten en het deken vormen.

Isolatiewaarde : $0,034 \text{ W/mK} - 0,041 \text{ W/mK}$

Nibe classificatie : milieu : 2c gezondheid : -

Soortelijke warmte : $\pm 840 \text{ J/(kg.K)}$

Diffusieweerstand : $\mu = 1 \text{ à } 1,3$

- Voordelen :**
- Gemakkelijke verwerking
 - Niet capillair, waterafstotend en weinig hygroscopisch
 - Onbrandbaar, brandvertragend (klasse A)
 - Geen thermische zetting
 - Dampopen
 - Een van de goedkopere isolatiematerialen
 - Naargelang de producten kan het in een geventileerde of volle spouw gebruikt worden
- Nadelen :**
- Het materiaal irriteert huid- en slijmvliezen, bij verwerking dient hiermee rekening te worden gehouden
 - Het materiaal verliest bij langere natte toestand zijn stabiliteit.
 - Wespen en knaagdieren maken hun nesten in het materiaal

Verwerkingsaanbevelingen : Bij rotswol wordt aanbevolen om 3 spouwhaken per plaat te gebruiken wat komt overeen met 5 spouwhaken per vierkante meter.

c) Hennep

Beschrijving : Hennep is een natuurlijk product dat gewonnen wordt uit hennepplanten. Dit is een snelgroeiende eenjarige plant waardoor dit een zeer ecologisch product is. De plantaardige wol ondergaat enkele behandelingen waardoor deze bruikbaar wordt als isolatiemateriaal (om deze waterafstotend, rotvrij te maken)

Isolatiewaarde : $0,040 - 0,041 \text{ W/mK}$ (isolatie) $0,042 - 0,044 \text{ W/mK}$ (in gebruik)

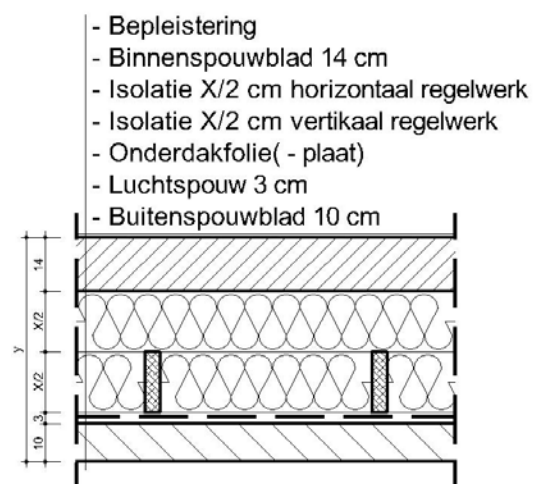
Nibe classificatie : milieu : 1a gezondheid : +

Soortelijke warmte : $\pm 2520 \text{ J/(kg.K)}$

Diffusieweerstand : $\mu = 1 \text{ à } 10$

- Voordelen :**
- Zeer ecologisch, duurzaam product
 - Geen thermische zetting
 - Dampopen
- Nadelen :**
- Er dient een kader gemaakt te worden om de isolatie recht te houden (zie tekening 2)
 - Er dient een waterdicht scherm gemaakt te worden aan de zijde van de spouw
 - Duurder dan de andere zachte isolatie materialen

Verwerkingsaanbevelingen : De spouwhaken dienen bevestigd te worden op het houten regelwerk om geen extra koude bruggen te vormen.



Tegening 2: spouwmuuropbouw met dubbel regelwerk

d) Houtvezel

Beschrijving : Houtvezelisolatie is afkomstig van vers gekapt dunningshout dewelke gebonden worden tot platen.

Isolatie waarde : 0,038 W/mK – 0,045 W/mK (isolatie) 0,040 W/mK (in gebruik)

Nibe classificatie : milieu : 2c gezondheid : +

Soortelijke warmte : $\pm 2100 \text{ J/(kg.K)}$

Diffusieweerstand : $\mu = 1 \text{ à } 5$

Voordelen :

- Ecologisch, duurzaam product
- Geen thermische zetting
- Dampopen

Nadelen :

- Er dient een kader gemaakt te worden om de isolatie recht te houden (zie tekening 2)
- Er dient een waterdicht scherm gemaakt te worden aan de zijde van de spouw
- Duurder dan de andere zachte isolatie materialen

Verwerkingsaanbevelingen : - De spouwhaken dienen bevestigd te worden op het houten regelwerk om geen extra koude bruggen te vormen.

e) Cellulose

Beschrijving : Cellulose haalt men uit niet verkochte kranten. Om de brandbaarheid en schimmelgevoeligheid te verminderen worden boraxzouten toegevoegd. De vlokken worden meestal in gesloten cellen gespoten. Er zijn in de handel eveneens platen te verkrijgen.

Isolatie waarde : 0,037 – 0,039 W/mK (isolatie) 0,042 – 0,044 W/mK (in gebruik)

Nibe classificatie : milieu : 1c gezondheid : 0

Soortelijke warmte : 2000 J/(kg.K)

Diffusieweerstand : $\mu = 1 \text{ à } 1,3$

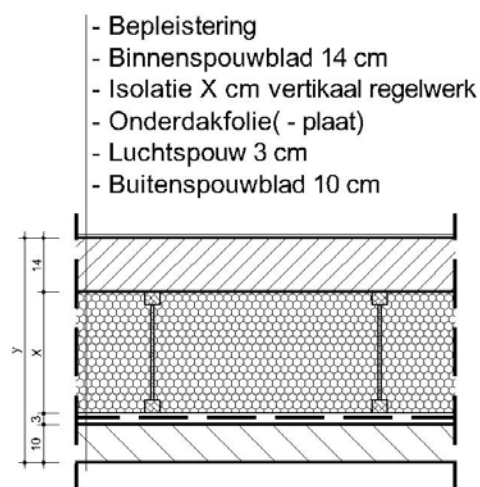
Voordelen :

- Ecologisch, duurzaam product
- Geen thermische zetting
- Geen kieren of holten in de isolatie
- Past zich volledig tegen het metselwerk aan, zelfs wanneer dit niet volledig “vol” is gemetseld (bij gespoten toepassing)
- Dampopen
- Kan een kleine hoeveelheid vocht bufferen.

Nadelen :

- Er dient een kader gemaakt te worden om de isolatie in te spuiten, geheel verticaal kader. (zie tekening 3)
- Brandbaar (klasse B-C)
- Er dient een waterdicht scherm gemaakt te worden aan de zijde van de spouw, dit samen met het kader is zeer arbeidsintensief
- Duurder dan de andere zachte isolatie materialen
- Men kan de isolatie niet zelf aanbrengen, het aanbrengen is specialistenwerk.
- sterke hygrische zwelling en krimp
- Is, wanneer vochtig, vatbaar voor rot

Verwerkingsaanbevelingen : - De spouwhaken dienen bevestigd te worden op het houten regelwerk om geen extra koude bruggen te vormen.



Tekening 3: Spouwmuur met enkel verticaal regelwerk

f) Verenisolatie

Beschrijving : De veren worden gewassen en gesteriliseerd en dan gebonden door smeltbare vezels. Afhankelijk van de fabrikant zullen nog toevoegsels buiten veren toegevoegd worden (bv wol).

Isolatiewaarde : 0,040 W/mK – 0,050 W/mK(isolatie) 0,042 W/mK (in gebruik)

Nibe classificatie : milieu : 1a gezondheid : +

Soortelijke warmte : ?? J/(kg.K)

Diffusieweerstand : μ = 1 à 2

Voordelen :

- Ecologisch, duurzaam product
- Geen thermische zetting
- Dampopen

Nadelen :

- Er dient een kader gemaakt te worden om de isolatie recht te houden
- Er dient een waterdicht scherm gemaakt te worden aan de zijde van de spouw
- Duurder dan de andere zachte isolatie materialen
- Is, wanneer vochtig, vatbaar voor rot
- Gevoelig voor mijten en insecten.

Verwerkingsaanbevelingen : - De spouwhaken dienen bevestigd te worden op het houten regelwerk om geen extra koude bruggen te vormen.

g) Schapenwol

Beschrijving : Deze isolatie bestaat bijna geheel uit wol waar enkel toevoegingen gedaan worden ivm motwering. Daar dit een vernieuwbare grondstof is, is dit een zeer ecologische keuze.

Isolatiewaarde : 0,035 W/mK – 0,045 W/mK (isolatie) 0,037 W/mK (in gebruik)

Nibe classificatie : milieu : 1a gezondheid : +

Soortelijke warmte : 1720 J/(kg.K)

Diffusieweerstand : μ = 1 à 2

Voordelen :

- Ecologisch, duurzaam product
- Vernieuwbare grondstoffen
- Geen thermische zetting
- Dampopen

Nadelen :

- Er dient een kader gemaakt te worden om de isolatie recht te houden
- Er dient een waterdicht scherm gemaakt te worden aan de zijde van de spouw
- Duurder dan de andere zachte isolatie materialen
- Is, wanneer vochtig, vatbaar voor rot
- Gevoelig voor mijten en insecten.

Verwerkingsaanbevelingen : - De spouwhaken dienen bevestigd worden op het houten regelwerk om geen extra koude bruggen te vormen.

2.1.2.3. Samenvatting isolatiematerialen

Isolatiemateriaal	Harde isolatiematerialen							Zachte isolatiematerialen						
	Resol	PUR	XPS	EPS	PIR	Kurk	Cellenglas	Glaswol	Rotswol	Hennep	Houtvezel	Cellulose	Schapenwol	Verenisolatie
Eigenschappen														
Isolatiewaarde	++	++	+	+	++	+	-	+	+	-	-	+	+	-
Dampopenheid	--	--	--	-	--	+	--	++	++	++	++	++	++	++
Vochtongevoeligheid	-	++	++	+	++	-	++	+	+	-	-	-	-	-
Ecologisch	+	--	-	-	--	++	+	++	-	++	-	+	++	++
Brandgedrag	-	-	--	--	+	+	++	++	++	-	--	+	-	-
Verwerkbaarheid	--	--	--	--	--	--	--	++	++	-	-	-	-	-
Thermische capaciteit	+	+	+	+	+	+	-	-	-	++	++	++	++	++

Tabel 1: Samenvatting eigenschappen isolatiematerialen

++ : Zeer goed
 + : Goed
 - : Minder goed
 -- : Slecht

2.1.3. Spouwankers

Om het binnenblad met het buitenblad te bevestiging dienen er ankers verwerkt te worden in de beide muren. Dit zodanig dat het niet-dragende buitenspouwblad steun kan vinden in het dragende binnenspouwblad.

Deze ankers zijn in de handel verkrijgbaar in gegalvaniseerd staal en inox. Het meeste worden de gegalvaniseerde stalen gebruikt. Deze zijn goedkoper maar geleiden de koude beter en zijn gevoeliger voor roestvorming (niet dat dit problematisch is, wanneer er geen beschadigingen aan de galvanisatielaag zijn, zijn geen problemen te verwachten). De inox spouwankers zijn minder koudegeleidend, niet roestgevoelig maar wel duurder.

Het verschil in geleidbaarheid van de 2 ankers is echter bij de uiteindelijke berekening, op het totale isolatiewaarde van de spouwmuur, niet significant. Het thermisch verschil in de U-waarde van de constructie is kleiner dan 0,0008 W/m²K (zie gebruikte formule onderstaand)

Bij de plaatsing van de spouwankers dient men deze altijd in helling naar buiten te plaatsen met de druipline naar onderen gericht. Er zijn in de handel ook rechte spouwanken verkrijgbaar waar dan een isolatieclips voorzien dient te worden met een druipline. Raadzaam is om deze enkel te gebruiken bij harde isolatiematerialen om te vermijden dat bij het indrukken van de isolatieclips in de isolatie de werking van de drup teniet wordt gedaan. De isolatieclipsen of isolatiepluggen dienen stevig tegen de isolatie gedrukt te worden, dit zonder de isolatie te beschadigen of in te drukken.

Bij het plaatsen van de spouwankers maakt men telkens een puntkoudebrug door het isolatiemateriaal. Deze dienen ingerekend te worden bij het bepalen van de U-waarden van de wand volgens NBN 62-002 met onderstaande formule :

$$\Delta U_f = \alpha \cdot \frac{\lambda_f \cdot A_f \cdot n_f}{d_1} \cdot \left[\frac{R_{U,ins}}{R_{T,h}} \right]^2$$

$R_{U,ins}$ = Warmteweerstand van de homogene laag

ΔU_f = correctie isolatiewaarde

α = correctiecoëfficiënt

λ_f = warmtegeleidingscoëfficiënt van de mechanische bevestiging

A_f = doorsnede van 1 mechanische bevestiging

n_f = aantal mechanische bevestigingen

d_1 = lengte van de doorboring

$R_{T,h}$ = totale warmteweerstand van de wand

2.1.4. Binnenspouwblad

Het binnenspouwblad heeft als voornaamste functie te zorgen voor het dragen van de lasten van de vloer- en dakplaten en om deze lasten over te brengen naar de fundering. Ook kan een beperkte isolerende functie aan het binnenspouwblad toegekend worden door het gebruik van het aangepaste materiaal.

De thermische inertie van het gebouw hangt in grote mate af van het binnenspouwblad en de constructie van de tussenvloeren. Klassiek gebruikt men snelbouw binnenspouwblad en betonnen vloerplaten en is hierdoor een grote thermische inertie van het gebouw gecreëerd. De thermische inertie of capaciteit hangt in grote mate af van het soortelijk gewicht van de gebruikte materialen, vandaar zal dit in wat volgt dan ook bij alle materialen vermeld worden.

Voor het plaatsen van de isolatie geniet het de voorkeur om de muur op te trekken met de koord op de plaats van de spouw, dit om een zo vlak mogelijke wand te bekomen aan de zijde van de spouw. Bij het laten uitvoeren van de werken zou men kunnen overwegen om de toleranties eigenhandig op te stellen afhankelijk van het isolatiemateriaal en deze contractueel vast te leggen aangezien de heersende toleranties vrij hoog zijn.

De capillariteit is een groot nadeel van de meeste van deze materialen, niettegenstaande dat deze in de woning een vochtregulerende functie gaat vervullen, zal deze capillariteit ervoor zorgen dat deze, wanneer deze met water in contact komt, het water gaat opzuigen en zal zorgen voor grote vochtplekken. De vochtregulerende functie zal ook reeds door het pleisterwerk vervuld worden.

Onderstaand zullen wij enkele van de veel gebruikte materialen bespreken voor het gebruik als binnenspouwbladen.

a) Snelbouw

Beschrijving : Snelbouwstenen zijn geperforeerde bakstenen uit gebakken klei, dewelke door de perforaties nog extra bijdragen tot de thermische kwaliteiten van de muur.

Isolatiewaarde : 0,26 – 0,29 W/mK (blok)(verwerkt indien gelijmd)
 0,28 – 0,31 W/mK (verwerkt indien gemetseld)

Nibe classificatie : milieu : 3c gezondheid : 0

Soortelijk gewicht : 850 – 950 kg/m³

Soortelijke warmte : ± 840 J/(kg.K) ~ 99 960 J/(m²K)

Diffusieweerstand : 5

Draagkracht : 10 – 20 N/mm²

Voordelen : - Hygroscopisch
 - Goede thermische inertie
 - Het gebruik is hiervan door iedereen gekend en geprezen. U zal geen problemen hebben om een aannemer te vinden voor het verwerken van deze materialen.
 Goede verwerkbaarheid, kan zowel gemetseld als gelijmd worden.
 - Goed akoestisch vermogen

Nadelen : - Kan enkel gerecycled worden als granulaat.
 - Zeer capillair
 - Arbeidsintensief

b) Betonblokken

Beschrijving : Betonblokken worden hol en vol geproduceerd. In de volle exemplaren zit in de meeste gevallen wel een grijpgat. Voor de productie wordt een grofkorrelig beton gebruikt.

Isolatie waarde : 0,66 (hol) – 1,33 (vol) W/mK
0,67 (hol) – 1,24 (vol) W/mK (verwerkt)

Nibe classificatie : milieu : 3b gezondheid : 0

Soortelijk gewicht : 1400 (hol) – 2200 (vol) kg/m³

Soortelijke warmte : ± 840 J/(kg.K) ~ 229 320 J/(m²K)

Diffusieweerstand : 5

Draagkracht : 10 – 15 N/mm²

Voordelen : - Uitstekende thermische inertie
- Hygroscopisch
- Goede verwerkbaarheid
- Uitstekende akoestische demping

Nadelen : - Kan enkel gerecycled worden als granulaat.
- Minder capillair dan baksteen, echter kan men dit nog als een nadeel aanzien.
- Mindere thermische waarden
- Zwaar om te verwerken (blokken wegen zwaar)

c) Cellenbeton

Beschrijving : Cellenbeton wordt geproduceerd uit portlandcement, hoogwaardige kalk en fijngemalen zand met een toevoeging van water, aluminiumpoeder en korst. Bij menging start een chemische reactie met een gasvorming dewelke aan de basis staat van de cellenstructuur. Het product krijgt zijn hardheid en stabiliteit door het drogen in een autoclaaf bij 180°C. Deze blokken worden verlijmd tot een wand.

Isolatie waarde : 0,10 – 0,18 W/mK

Nibe classificatie : milieu : 3b gezondheid : 0

Soortelijk gewicht : 350 – 650 (vol) kg/m³

Soortelijke warmte : ± 840 J/(kg.K) ~ 56 700 J/(m²K)

Diffusieweerstand : 5

Draagkracht : 3 – 5 N/mm²

Voordelen : - Beperkte thermische inertie
- Goede thermische prestaties
- Goede verwerkbaarheid
- Geheel productpakket te verkrijgen. Alle elementen zijn in dit materiaal verkrijgbaar.(balken, draagvloer en derg.)
- Uitstekende akoestische demping

Nadelen : - Mindere draagkracht
- Zeer capillair
- Zeer broos materiaal

d) Silikaatsteen (kalkzandsteen)

Beschrijving : silicaatsteen wordt geproduceerd door ongebluste kalk en zand intensief te mengen, te persen en te laten uitharden in een autoclaaf

Isolatiewaarde : 0,52 – 0,91 W/mK

Nibe classificatie : milieu : 3a gezondheid : 0

Soortelijk gewicht : 1400 (hol) – 1750 (vol) kg/m³

Soortelijke warmte : ± 840 J/(kg.K) ~ 176 400 J/(m²K)

Diffusieweerstand : 5

Draagkracht : 10 – 25 N/mm²

Voordelen :

- Goede thermische inertie
- Vormvast
- Brandwerend, is onbrandbaar.
- Uitstekende akoestische prestaties
- Goede verwerkbaarheid, zowel te verlijmen als te vermetselen

Nadelen :

- Zwaar om te verwerken
- Capillair

2.1.5.Bepleistering

Door het grote aantal aansluitingen tussen de stenen en de mortel of lijm kan men er niet vanuit gaan dat deze enige luchtdichtheid gaan garanderen. Bij het gebruik van bepaalde stenen zijn deze als het ware zelf niet luchtdicht. Hierdoor is er de noodzaak om de wanden af te dichten met pleisterwerk.

Deze pleisterlaag kan uit verschillende materialen bestaan namelijk kalk, gips, leem, enz. De enige technische eis (in passiehuiseisen) dewelke hier vereist is, is dat de pleisterlaag de luchtdichtheid van het gebouw verzekert.

Het gebruik van fosfogips in de gipspleister zal een verhoogde uitstoot van het radioactieve radon geven, bij veelvuldige inademing van dit gas kan dit longkanker veroorzaken. Het radongas zou zich kunnen opstapelen in de woning door een gebrek aan ventilatie. Daar bij passiehuysbouw steeds een ventilatiesysteem verplicht is, is de ventilatie hierdoor steeds verzekerd. Om het probleem aan te pakken aan de bron kan men ervoor opteren om een ander gips te gebruiken dewelke minder uitstoot heeft of door gebruik te maken van leempleisters, dewelke geen radon bevatten.

Er dient, beter dan bij standaardbouw, gelet te worden op het ontstaan van eventuele werkingscheuren in het pleisterwerk. Een eenvoudige regel kan hiervoor gesteld worden : voorkom scheuren door werkingsvoegen zelf te maken in het pleisterwerk. Deze werkingsvoegen kunnen worden gemaakt door ofwel het pleisterwerk in te snijden en op te kitten met een soepele kit, ofwel het pleisterwerk af te lijnen met stopprofielen en dan op te kitten met een soepele kit.

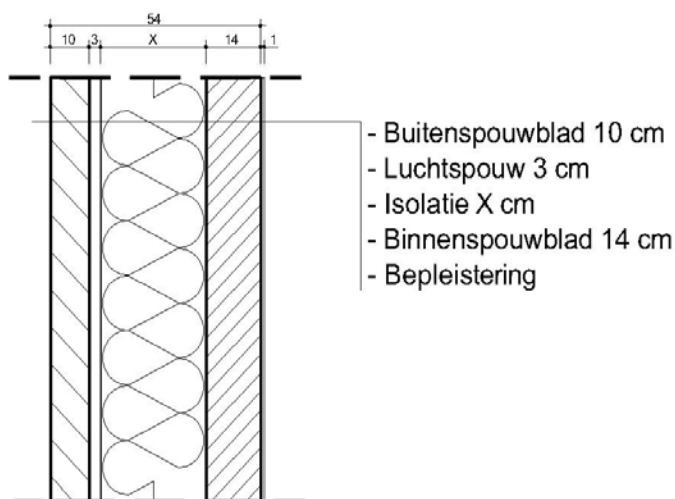
Enkel voor de overgang van verschillende materialen in één vlak zou, uit esthetische overwegingen, het inwerken van een wapeningsgaas kunnen aangewend worden als oplossing om een werkingsvoeg "in het zicht" te vermijden.

Het geniet de voorkeur om eigen, strengere, regels te stellen in de afwerking van het pleisterwerk, daar de heersende regels een abominabele afwerking mogelijk maken.

2.1.6.Samenvatting spouwmuur

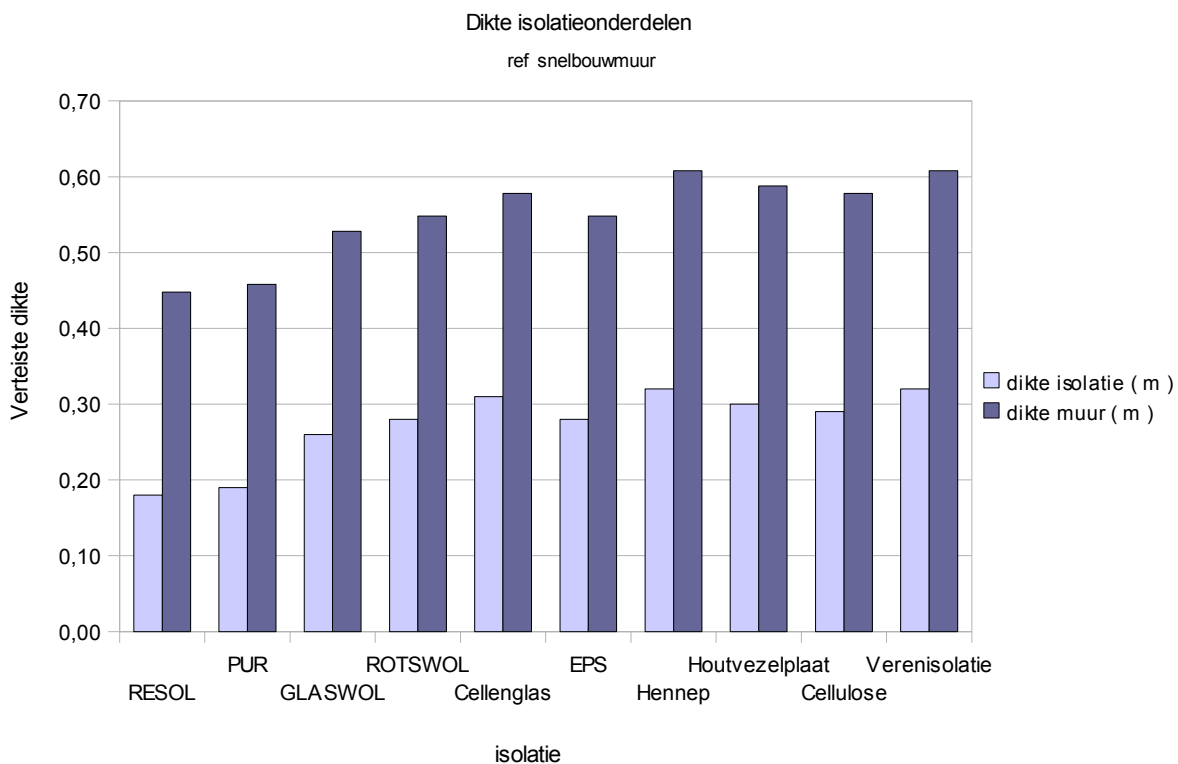
Op pagina 36 vindt U een tabel met de verschillende materialen voor de spouwmuurconstructie. Deze tabel vermeldt de isolatiewaarden van de spouwmuur, (benaderend $0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$), de benodigde isolatie dikte, en de totale dikte van de spouwmuur voor een standaard spouwmuurconstructie :

De isolatiewaarde van $0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$ is gekozen omdat deze waarde bij een vrijstaand passiefhuis een bijna zekere vereiste is.

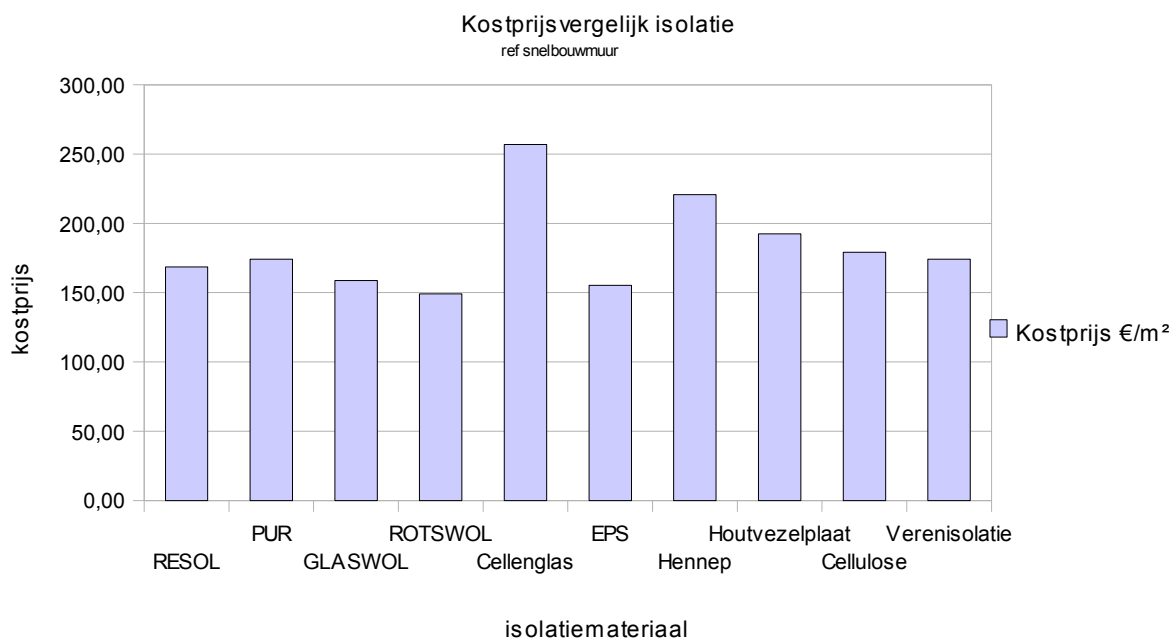


Tekening 4: Spouwmuurconstructie

Eveneens is de kostprijs van de muur per m^2 gegeven. Deze is op basis van de heersende prijzen excl. kortingen jaar 2008.

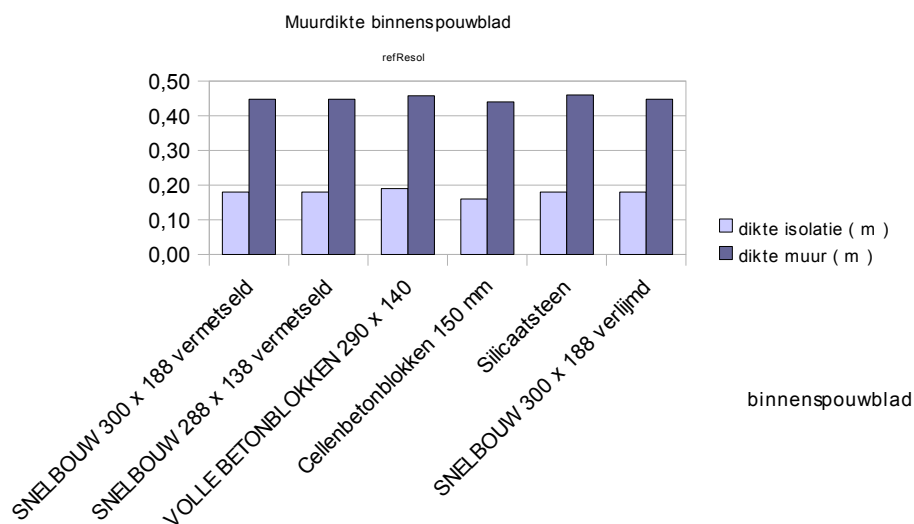


Tabel 2: Vergelijk vereiste dikte isolatiematerialen spouwmuur



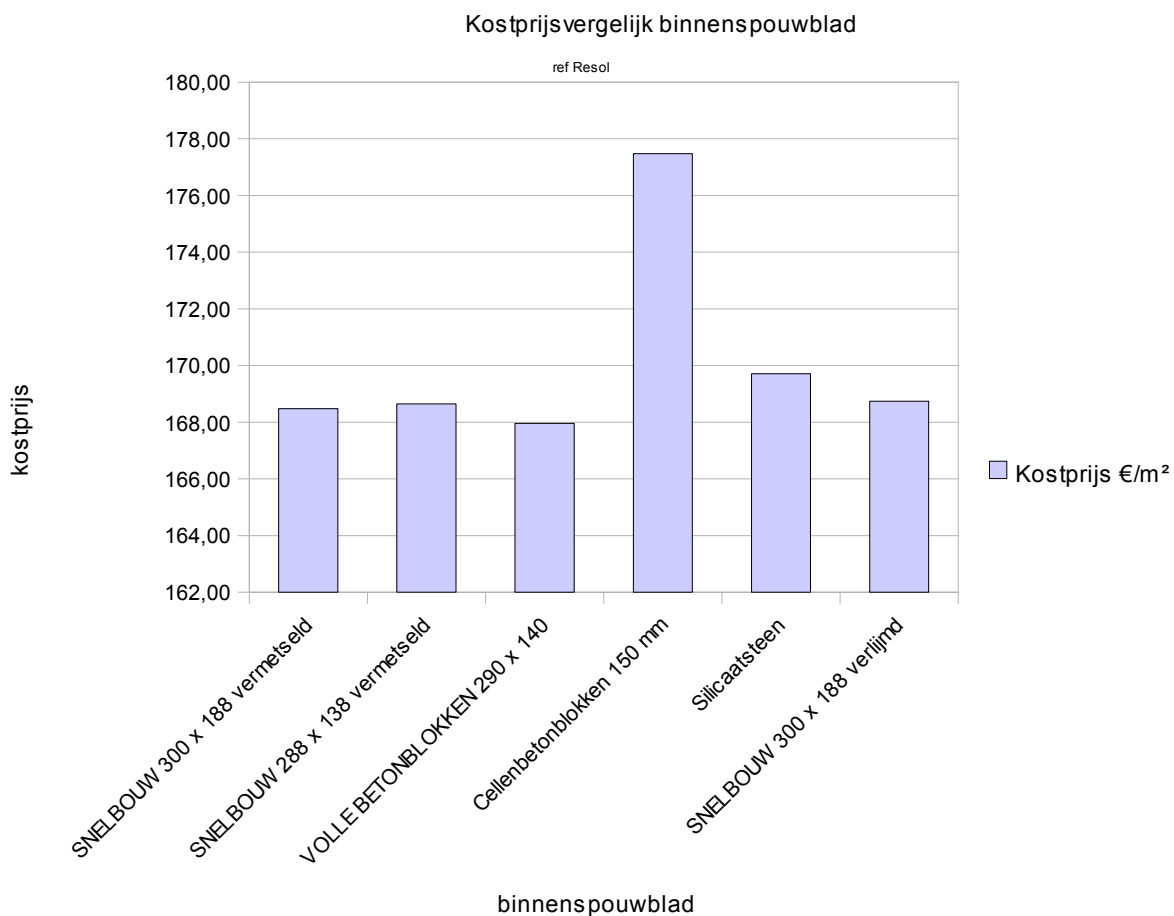
Tabel 3: Prijsvergelijk isolatiematerialen spouwmuur

Uit bovenstaande tabellen kan men afleiden dat de keuze van de isolatiematerialen, buiten de technische eigenschappen van de isolatie, ook kan afhangen van de plaatswinst (verlies) en de kostprijs van het isolatiemateriaal. Men ziet dat rotswol het goedkoopste isolatiemateriaal is, echter heeft deze circa 10 cm meer dikte nodig dan bv resol (fenol). De keuze zal hier dienen gemaakt te worden rekening houdend met de beschikbare ruimte en het beschikbaar budget. Voor rotswol kan ook de dampopenheid als positieve eigenschap pleiten. De hogere kostprijs van de ecologische isolatiematerialen is te verklaren door het benodigde houten regelwerk.



Tabel 4: Vergelijking vereiste isolatiedikte ifv binnenspouwblad

Aangaande de verschillende binnenspouwbladen geven deze weinig verschil, zowel qua vereiste isolatiedikte als in kostprijs met uitzondering van cellenbeton. Hiervan heeft men circa 2 cm minder isolatiemateriaal nodig, maar de kostprijs is dan ook wel veruit de hoogste. Een verder nadeel van de constructie is de kans op inwendige condensatie door de isolerende waarde van het binnenspouwblad.



Tabel 5: Vergelijking kostprijs binnenspouwbladen

De kostprijzen geven steeds de kostprijs weer van de volledige spouwmuur, exacte gegevens zie volgende bladzijde.

BIJHORENDE TABEL VINDT U IN BIJLAGE.

2.2. Vloeropbouw als gebouwschil

De vloeropbouw scheidend met de buitenomgeving (of volle grond) heeft net als de spouwmuur meerdere functies :

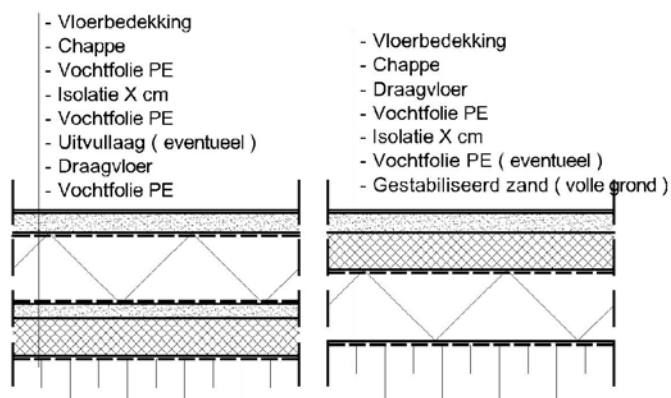
1. Isoleren
2. Zorgen voor een stabiele bodem als vloer
3. Luchtdichtheid
4. Waterdichtheid

Hier neemt de vloerplaat de laatste 2 functies voor zijn rekening en gaat de isolatie uiteraard zorgen voor de isolerende functie.

Voor de 3 verschillende funderingsopbouwen (volle grond, kruipruimte en kelder) kunnen verschillende opbouwen mogelijk zijn, vandaar dat wij deze opsplitsen in onderstaande uitwerking. De keuze voor deze funderingsmogelijkheden wordt vooral gericht op diepte van de stabiele ondergrond, persoonlijke voorkeuren en economische aspecten.

De standaard vloeropbouw bestaat uit onderstaande elementen

1. Vloerbedekking (keramische vloer, natuursteen, parket, tapijt, enz....)
2. Chappe (uitvulling voor de in de vloer verwerkte leidingen)
3. Isolatie (eventueel hier of onder de draagvloer)
4. Eventuele uitvullingschappe
5. Draagvloer
6. Isolatie (eventueel hier of boven de draagvloer)



Tekening 5: Vloeropbouw

a) Vloeropbouw op volle grond

Bij de opbouw van een fundering op volle grond zal men eerst en vooral de draagkracht moeten verzekeren onder de vloerplaat. De betonplaat zal bewapend worden om eventueel verschillen in zettingen en belastingen op te vangen en niet om de gemaakte overspanningen te maken. Het nadeel hiervan is, wanneer de draagkrachtige grond op grotere diepte zit, men veel gestabiliseerd zand moet plaatsen om dit mogelijk te maken. De rioleringsbuizen dienen geplaatst te worden in deze gestabiliseerde laag, dit wil zeggen dat zij na voltooiing van de werken niet meer toegankelijk zijn. (slechts door het uitbreken van de vloer)

De kostprijs is één van de grootste voordelen van deze funderingswijze (wanneer de draagkrachtige grond niet te diep ligt), een ander voordeel is het kunnen plaatsen van de isolatie onder de vloerplaat en dit zonder bijkomende voorzieningen.

Onder de draagvloer dient men een vochtfolie aan te brengen zodanig dat eventueel grondwater niet kan doordringen tot in de vloer en de beton bij het storten niet te snel uitdroogt door het contact met de (droge) grond.

Bij het plaatsen van de isolatie onder de vloerplaat dient, meer dan wanneer men de draagvloer op de volle grond stort, ervoor gezorgd te worden dat de ondergrond zeer vlak is afgewerkt. De vochtfolie komt dan ook onder de isolatie te liggen en onder de draagvloer. De draagvloer dient in dit geval ook steeds gedimensioneerd te zijn op deze uitvoeringswijze.

Ook dient bij het plaatsen van de isolatieplaten onder de draagvloer rekening te worden gehouden met de dampdichtheid van de verschillende materialen om inwendige condensatie te voorkomen. Volgende formule dient gerespecteerd te worden :

$$[\mu d]_{\text{vloerbedekking}} \geq \Sigma [\mu d]_{\text{totale vloeropbouw}} / 15^9$$

b) Vloeropbouw boven (kruip-) kelder

Hier wordt er een al dan niet bruikbare ruimte onder de vloerplaat gecreëerd. Dit betekent dat de vloer de overspanning zal moeten kunnen dragen, wat extra kosten met zich meebrengt. Een voordeel hiervan is dat de riolering steeds bereikbaar blijft via deze ruimte of dat deze ruimte bruikbaar zal zijn als gebruiksruimte.

Een bijkomend voordeel van de verluchte kruipruimte is dat de radonconcentraties in de woning veel minder zijn als in de woningen gefundeerd op volle grond.¹⁰ Om de radonconcentratie in de woning te beperken is wel een voldoende verluchting nodig, dit zal bij een passiefhuis door de balansventilatie normaliter wel voorzien zijn.

Er zijn fabrikanten van betonwelfsels dewelke isolatie voorzien onder de welfsels, echter zijn de verkrijgbare diktes niet afdoende voor gebruik in een passiefhuis.

2.2.1. Vloerbedekking

Bij de keuze van de vloerbedekking dient er gelet te worden op tal van technische punten, namelijk :

- Slijtklasse, hardheid, vochtgevoeligheid, vorstgevoeligheid, broosheid en vlekvorming dient overeen te stemmen met het gebruik van de ruimte.
- De warmteopslag van de totale vloer hangt voornamelijk af van de kleur van de vloer, gewicht van de constructie boven de isolatielaag en isolerend vermogen van de vloerbedekking. Zodoende kan ook hiermee rekening worden gehouden bij de keuze van de vloerbedekking. Echter in het PHPP wordt de kleur noch thermische capaciteiten (isolerend en opslag) van de vloerbedekking in rekening gebracht. De uitgebreide dynamische berekeningen kunnen hier wel rekening mee houden.
- Verder zal het esthetisch uitzicht van de vloerbedekking een van de belangrijkste punten zijn waarop een uiteindelijke bewoner zal letten, om niet te zeggen het enige punt.

Ook bij deze geniet het de voorkeur om eigen, strengere regels te stellen in de afwerking van de vloerbedekking. De uitvoering dient hier dan ook nauwgezet in het oog te worden gehouden.

9 Bron : *Bouwfysica 2/1a "Bouwdelen"* – Hugo Hens – zie ref 4

10 Bron : *Voorkomen en bestrijden van radon in woningen* – WTCB – ref 9.4

2.2.2. Chappevloer en uitvullaag

De meest gekende chappevloeren zijn ofwel cement of anhydriet gebonden. Bij de cementgebonden chappevloeren kan gebruik worden gemaakt van al of niet isolerende vulstoffen waardoor de chappevloer betere isolerende eigenschappen verkrijgt. Bij de standaarddiktes geeft dit echter geen voorname verbetering van de isolatiewaarde van de totale vloer waardoor het rendement van de investering in twijfel kan worden getrokken. (zie hoofdstuk 2.2.5)

Anhydriet gebonden vloeren zijn meestal zelf-nivellerende gietvloeren. Deze genieten het voordeel geen manuele egalisatie meer nodig te hebben en hebben een snelle drogingstijd. Het nadeel van dit type chappevloer is de grotere krimp en het niet kunnen gebruiken van een cementgebonden lijm voor de plaatsing van de vloerbedekking.

De minimum diktes boven de leidingen zijn 50mm (cementgebonden) - 45 mm (anhydrietgebonden) voor zwevende chappevloeren, voor hechtende is dit 30 mm. Deze diktes zijn voor de standaard gebruiksbelasting (2 kN/m^2) en dienen verhoogd te worden bij grotere belastingen (bv archief of derg.)

Bij zwevende chappevloeren dient er ook gebruik gemaakt te worden van wapening in de vloer om de eventuele zettingen in het isolatiemateriaal op te vangen.

Voor vervormingen door hydraulische krimp en thermische zettingen mogelijk te maken dient er randisolatie en uitzettingsvoegen voorzien te worden. Voor cementgebonden zwevende chappevloeren dienen de ruimtes te worden ingedeeld in delen van max 50 m^2 en max 8 m lengte waarbij de verhouding van lengte en breedte bij voorkeur kleiner is dan 2. Bij grote verschillen in breedte dient hier eveneens een uitzetvoeg voorzien te worden. De uitzetvoegen kunnen gebeuren met een polystereenband (geëxpandeerd polyethyleenstroken) of met de in de handel verkrijgbare geprefabriceerde elementen. Rond verticale leidingen kruisend op de chappelaag dient ook steeds een randisolatie geplaatst te worden.

De wapening van de chappevloer kan gebeuren door het gebruik van wapeningsgaas of het gebruik van wapeningsvezels. Het wapeningsgaas heeft het voordeel dat men zeker kan zijn van de exacte positie van de versteviging, hetgeen wel een extra actie bij het plaatsen vereist. De vezels (staal of polypropyleen) worden gewoon aan de specie toegevoegd, maar men is niet zeker van de positie bij het plaatsen van de afzonderlijke vezels.

Het opstellen van strengere toleranties dan de wettelijke (regels der kunst) komt de plaatsing van de vloerbedekking enkel ten goede. Deze moeten steeds worden opgesteld in functie van de vloerbedekking en kunnen best contractueel worden vastgelegd.

2.2.3. Vloerisolatie

De vloerisolatie dient supplementair op de spouwmuurisolatie te voldoen aan een paar eisen :

- Voldoende drukvast zijn. (zowel tijdens vermoeiingsproeven en ponsproeven als standaard drukproeven)
- Vochtbestendig zijn
- Dient bestendig te zijn in de tijd
- Geen voedingsbodem voor ongedierte, bacteriën of schimmels vormen
- Onrotbaar, blijvend waterafstotend
- Niet ontvlambaar

Door deze eisen vallen verschillende isolatiematerialen zoals hennep, vlas en dergelijke reeds af. Voor de vloerisolatie wordt de dampdichtheid van de producten een voordeel in plaats van een nadeel, daar deze eigenschap ervoor zal zorgen dat er geen damp/vochttransport kan plaatsvinden van de grond/kruipruimte naar boven toe. Deze zal bij het gebruik van isolatie onder de vloerplaat de bruikbare vloerbedekkingen ook vergroten. (zie hoofdstuk 2.2.a)

Bij het gebruik van plaatisolatie is het noodzakelijk om de naden zeer nauwkeurig te dichten met spuitisolatie. Er dient ook een vochtfolie voorzien te worden bovenop de vloerisolatie zodanig dat de specie van chappe of draagvloer niet tussen de naden dringt en een koude brug vormt. De folie zal ervoor zorgen dat er geen inwendige condensatie zal optreden in de materialen bij niet dampdichte materialen. Indien de platen of aansluitingen niet dampdicht zijn dient er ook een dampscherm tussen de isolatie en de draagvloer geplaatst te worden. De inwendige condensatie kan namelijk in 2 richtingen optreden.

Door de grote dikten, vereist in de passiehuishoudbouw, zijn relatief kleine procentuele zettingen ten gevolge van standaard lasten een serieus probleem. Hierdoor kunnen de isolatiematerialen met de lagere drukvastheid niet gebruikt worden.

a) Polyurethaan (PUR)

Beschrijving : Materiaalinformatie zie spouwmuurisolatie. Deze zijn voor vloerisolatie verkrijgbaar in platen en kan ook in situ gespoten worden. Door de vochtongevoeligheid en de grotere drukvastheid zijn de platen ook bruikbaar als isolatie onder de draagvloer.

Voor de in situ gespoten isolatie dient de ondergrond vocht- en stofvrij te zijn. Indien dit niet het geval is kunnen er holten onder de isolatie ontstaan dewelke later voor extra zettingen kunnen zorgen.

Isolatiewaarde : 0,023 W/mK – 0,028 W/mK (platen) 0,026W/mK – 0,031 W/mK (in situ)

Nibe classificatie : milieu : 3b(platen) 4b(in situ) **gezondheid :** 0

Draagkracht : platen : 0,12 N/mm² bij 10% vervorming
In situ gespoten : 0,15 N/mm² bij 10% vervorming

Dampdichtheid : μ = 50 - 100 Indien platen
 μ < 50 Indien in situ gespoten

Voordelen : - Goede isolatiewaarde en dus minimale isolatiedikte
- Bij in situ gespoten een naadloze isolatielaag en relatief goedkoop
- Heeft een lange levensduur
- Dampdicht
- Niet capillair, zodoende bruikbaar als isolatie onder de draagvloer
- Licht van gewicht, gemakkelijk te hanteren (in geval van platen)

Nadelen : - Zwaardere ecologische productielast
- Moeilijker te verwerken in geval van platen
- Duurder product voor de platen.
- Geen doe-het-zelf mogelijkheid voor de in situ producten.

b) Polyisocyanuraat (PIR)

Beschrijving : Materiaalinformatie zie spouwmuurisolatie. Bruikbaar idem PUR enkel niet in situ gespoten mogelijk.

Isolatie waarde : 0,023 W/mK – 0,028 W/mK

Nibe classificatie : milieu : 3b gezondheid : -

Soortelijke warmte : $\pm 1470 \text{ J/(kg.K)}$

Diffusieweerstand : $\mu = 50 - 100$

Voordelen : - Goede isolatie waarde en dus minimale isolatiedikte
- Brandvertragend (klasse B)
- Heeft een lange levensduur
- Dampdicht
- Niet capillair, zodoende bruikbaar als isolatie onder de draagvloer
- Licht van gewicht, gemakkelijk te hanteren

Nadelen : - Zwaardere ecologische productielast
- Is onderhevig aan thermische zettingen
- Moeilijker te verwerken
- Kan worden aangevreten door insecten en knaagdieren
- Duurder product

c) Geëxpandeerde kurk

Beschrijving : Materiaalinformatie zie spouwmuurisolatie. Deze is enkel te gebruiken als vloerisolatie bovenop de draagvloer door de vochtgevoeligheid.

Isolatie waarde : 0,033 W/mK – 0,05 W/mK

Nibe classificatie : milieu : 1a gezondheid : +

Soortelijke warmte : $\pm 1670 \text{ J/(kg.K)}$

Diffusieweerstand : $\mu = 5 - 30$

Voordelen : - Brandvertragend (klasse B1)
- Heeft een lange levensduur
- Van nature waterafstotend
- Ecologisch product
- Goede akoestische prestaties

Nadelen : - Is onderhevig aan thermische zettingen
- Niet te gebruiken bij een verwachte hoge vochtigheid
- Moeilijker te verwerken
- Kan worden aangevreten door insecten en knaagdieren
- Duurder product

d) Geëxtrudeerd polystyreen (XPS)

Beschrijving : Materiaalinformatie zie spouwmuurisolatie. XPS is als vloerisolatie in platen verkrijgbaar. Deze hebben een grotere densiteit om de grotere drukvastheid te verkrijgen

Isolatiewaarde : 0,030 – 0,040 W/mK

Nibe classificatie : milieu : 2c gezondheid : 0

Draagkracht : platen : 0,3 N/mm² bij 10% vervorming

Dampdichtheid : μ = 80 - 250

Voordelen : - Heeft een lange levensduur
- Dampdicht tot zeer dampdicht
- Vochtongevoelig en zodoende bruikbaar als funderingsisolatie, beperkte wateropslorping (0,7%)
- Licht van gewicht, gemakkelijk te hanteren

Nadelen : - Heeft zelfde isolatiewaarde als de minerale wollen, maar is duurder.
- Zwaardere ecologische productielast
- Moeilijker te verwerken

e) Geëxpandeerd polystyreen (EPS)

Beschrijving : Materiaalinformatie zie spouwmuurisolatie. Verkrijgbaar in platen en chapevloer, maar de chapevloer haalt echter geen afdoende isolatiewaarde om deze te implementeren in de passiefhuisbouw.

Isolatiewaarde : 0,033 – 0,040 W/mK

Nibe classificatie : milieu : 2c gezondheid : 0

Draagkracht : platen : 0,06 – 0,25 N/mm² bij 10% vervorming

Dampdichtheid : μ = 20 - 220

Voordelen : - Heeft een lange levensduur
- Dampremmend tot dampdicht
- Vochtongevoelig en zodoende bruikbaar als funderingsisolatie
- Licht van gewicht, gemakkelijk te hanteren

Nadelen : - Mindere isolatiewaarde, zodoende een dikkere isolatie vereist.
- Moeilijker te verwerken
- Heeft een slechte reputatie aangaande de "eetbaarheid" door knaagdieren.

f) Cellenglas

Beschrijving : Materiaalinformatie zie spouwmuurisolatie. Deze zijn verkrijgbaar in platen met verschillende afwerkingsmogelijkheden. De draagkracht van het materiaal laat toe deze zelfs te gebruiken als funderingsisolatie onder een algemene funderingsplaat.

Isolatiewaarde : 0,042 – 0,050 W/mK

Nibe classificatie : milieu : 3b gezondheid : 0

Draagkracht : platen : 0,7 – 1,6 N/mm² breuklast

Dampdichtheid : $\mu = \infty$

Voordelen :

- Heeft een lange levensduur
- Geheel dampdicht
- Is niet onderhevig aan thermische zettingen
- Vochtgevoelig en zodoende bruikbaar als funderingsisolatie onder de draagvloer
- Onsamendrukbaar en onaantastbaar door ongedierte of inwerking door chemische producten
- Waterdicht
- Onbrandbaar

Nadelen :

- Mindere isolatiewaarde, zodoende een dikkere isolatie vereist.
- Moeilijker te verwerken
- Een van de duurste isolatieproducten

g) Fenol (PF)

Beschrijving : Materiaalinformatie zie spouwmuurisolatie

Isolatiewaarde : 0,021 W/mK – 0,025 W/mK

Nibe classificatie : milieu : 1c gezondheid : -

Soortelijke warmte : $\pm 1470 \text{ J/(kg.K)}$

Diffusieweerstand : $\mu = 110$

Voordelen :

- Maximale isolatiewaarde en dus minimale isolatiedikte
- Heeft een lange levensduur
- Zeer dampdicht
- Een van de meest ecologische harde isolatiematerialen
- Licht van gewicht, gemakkelijk te hanteren

Nadelen :

- Vochtgevoelig
- Corrosief
- Kan irriterend werken op de huid
- Brandgevoelig (klasse C)
- Moeilijker te verwerken
- Duurder product

h) Geëxpandeerde kleikorrels

Beschrijving : Geëxpandeerde kleikorrels is een licht granulaat van geëxpandeerde Boomse klei vervaardigd in een draaioven op 1100°. Ze bestaan uit een rood-bruine microporeuze schaal en een zwarte kern met een celvormige structuur. Als vloerisolatie kunnen deze enkel toegepast worden bij een fundering op volle grond met isolatie onder de draagvloer. De kleikorrels worden zonder toevoegingen aangebracht in lagen en aangedrukt. Op deze laag wordt een vochtfolie voorzien en de draagvloer gestort. Dit is een dampopen materiaal, echter bij dit gebruik is hier geen voor- of nadeel aan verbonden

Isolatiewaarde : 0,127 – 0,169 W/mK

Nibe classificatie : milieu : 1c gezondheid : +

Draagkracht : 1 N/mm² breuklast

Dampdichtheid : $\mu = 1 \text{ à } 1,2$

Voordelen :

- Heeft een lange levensduur
- Zeer ecologisch en milieuvriendelijk product
- Wanneer correct uitgevoerd voorkomt het radonstraling in de woning.
- Geeft een naadloze isolatie
- Is niet onderhevig aan thermische zettingen
- Onbrandbaar

Nadelen :

- Mindere isolatiewaarde, zodoende een zeer dikke isolatie vereist.
- Speciale funderingsmethode vereist
- Arbeidsintensieve plaatsing

2.2.4.Draagvloer

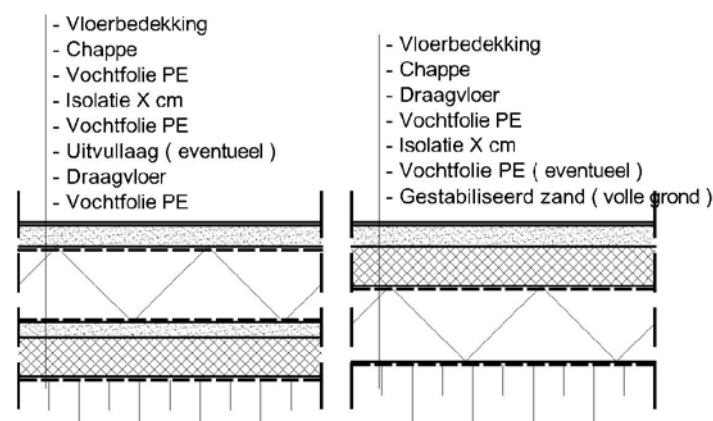
De draagvloer zal gedimensioneerd worden op basis van de te verwachten belastingen. Bij het gebruik van kruipruimte of kelder zal er meestal gebruik worden gemaakt van een prefab draagvloer (welfsels of predallen).

Wanneer de isolatie onder de vloerplaat wordt geplaatst, dient hiermee rekening gehouden te worden bij de dimensionering van de vloerplaat.

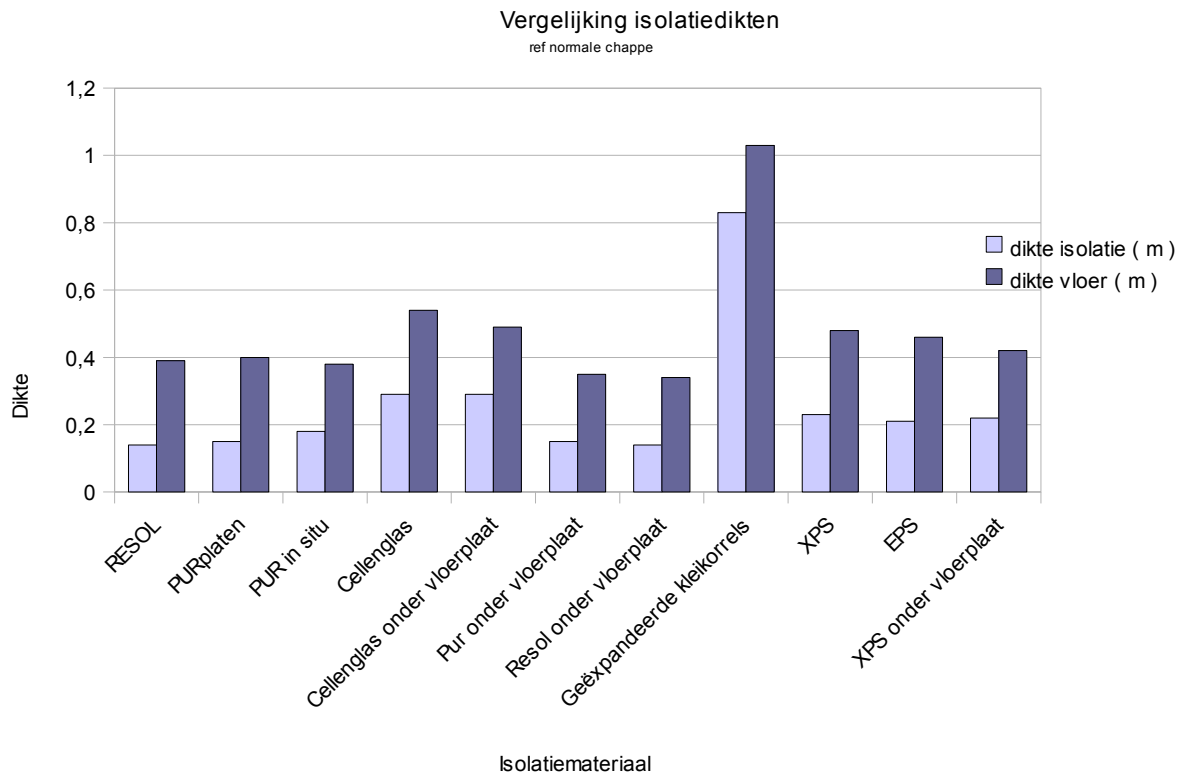
In het kader van deze thesis wordt dit element niet verder besproken

2.2.5.Samenvatting vloeren

Vloeropbouw op volle grond :

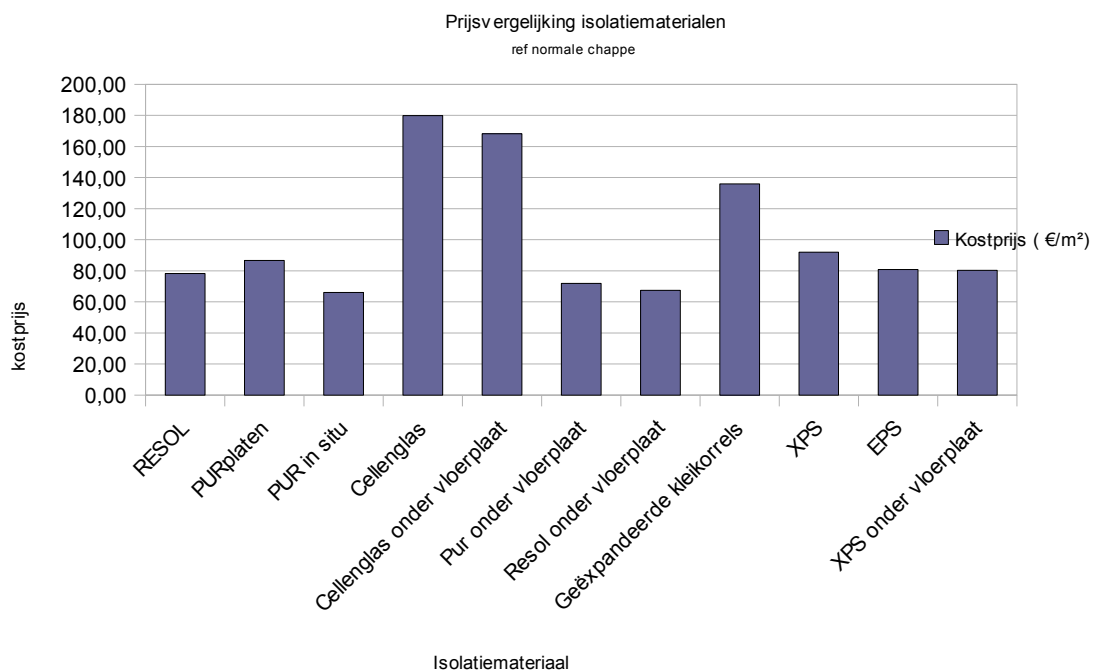


Tekening 6: Vloeropbouw



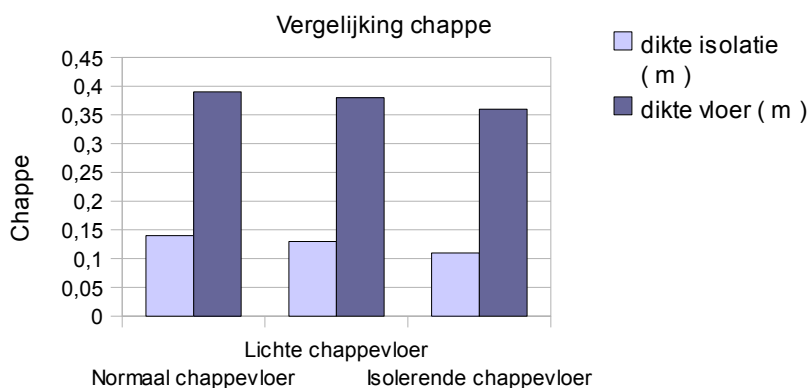
Tabel 6: Vergelijking dikte isolatiematerialen vloer

Bij de vloeropbouw op volle grond kan men de mogelijkheid benutten om te isoleren onder de vloerplaat. Uit bovenstaande vergelijking blijkt dat dit qua isolatiewaarde geen verschil maakt, in prijs (en dikte) spaart men de kostprijs van de uitvullingschappen uit. Als duurste komt cellenglas wederom uit de vergelijking door de grote vereiste dikte en de hoge kostprijs.



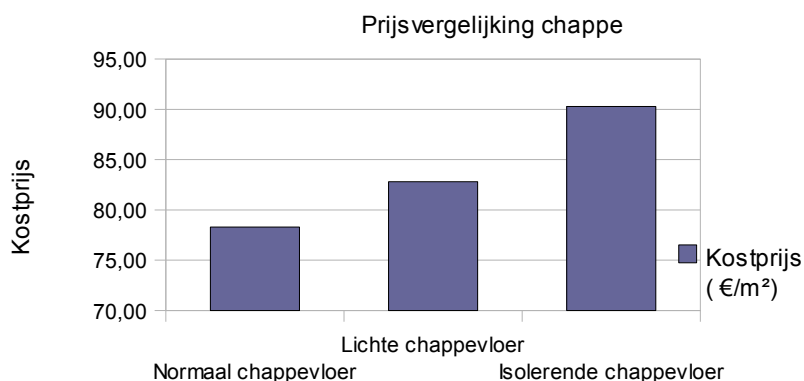
Tabel 7: Vergelijk kostprijs isolatiematerialen vloer

Het beste uit de vergelijking komt de PUR isolatie in situ gespoten. Uitvullingschappe is hier niet van toepassing en de kostprijs van deze incl. plaatsing komt circa overeen met de kostprijs van de materialen van de goedkoopste isolatiematerialen excl. plaatsing. Ook de minimale benodigde dikte spreekt hier in het voordeel van dit materiaal. Een nadeel is de grote ecologische productielast.



Dikte isolatie
Tabel 8: vergelijking benodigde dikte chappe

Bij de vergelijking van de verschillende chappevloeren blijkt dat de winst van de isolerende chappe geen merkwaardige vermindering geeft van de isolatiedikte voor het bekomen van dezelfde isolatiewaarde. Uit economisch standpunt gezien is opteren voor isolerende chappevloer zodoende een slechte zaak. Rekening houdend met het verlies aan thermische capaciteit heeft het bijgevolg geen positieve inwerking op het totale beeld van het gebouw.

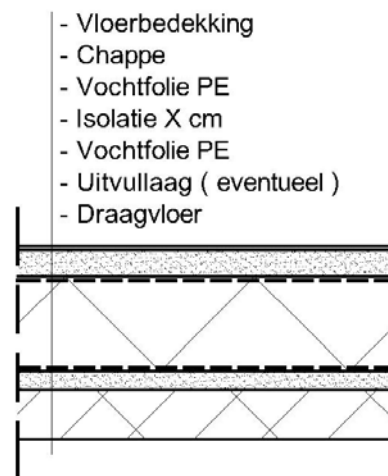


In de berekening van de kostprijs werd geen rekening gehouden met de vloerbedekking, zowel plaatsing als materiaal, dit door de grote variëteit aan kostprijsklassen.

Chappe
Tabel 9: Vergelijk kostprijs chappe

Vloeropbouw boven kruipruimte/kelder :

Voor de vloeropbouw kunnen wij gelijkaardige conclusies treffen als bij de vloeropbouw op volle grond. De isolatie kan bij deze enkel bovenop de vloerplaat geplaatst worden waardoor enkele mogelijkheden afvallen. Het gespoten PUR-isolatie komt hier ook als beste uit de bus. Voor de exacte informatie zie tabellen op volgende bladzijde.



Tekening 7: Vloeropbouw boven kruipruimte/kelder

ZIE TABEL IN BIJLAGE.

2.3.Dakopbouw

Het dak is het onderdeel hetwelk het zwaarst te verduren heeft van de regen en sneeuw. Hierdoor zal er zeer sterk dienen gelet te worden op de water- en regendichtheid van de constructie. Ook dient er rekening te worden gehouden met het geval van stuifneeuw dewelke onder de pannen kan geblazen worden. Daken krijgen het zwaar te verduren zowel van vocht als van het zonlicht en daarbij horende UV-straling waardoor de gebruikte materialen een zekere mate van resistentie aan UV-straling dienen te hebben.

De voornaamste functies van het dak zijn :

1. Regen- en waterdichtheid
2. Zelfdragend zijn
3. Isolerende functie
4. Luchtdichtheid

De invulling van deze functies zullen in de volgende hoofdstukken besproken worden.

Het dak komt voor onder 2 vormen, namelijk het hellend- en plat dak. Het plat dak is per definitie een dak dewelke het volume van het gebouw niet beïnvloedt (kleine, noodzakelijke helling wordt gemaakt in de opbouw) . Bij het hellend dak zal deze wel bijdragen tot het volume.

2.3.1.Hellend dak

Deze van oudsher veel gebruikte dakvorm geeft in gebruik nog enkele aandachtspunten dewelke in de praktijk niet altijd even goed worden toegepast.

De functies van het dak worden ingevuld door onderstaande onderdelen :

1. Regen- en waterdichtheid – Dakbedekking en het onderdak
2. Dragende functie – Spant
3. Isolerend – Isolatie, boven, tussen of onder het spant
4. Luchtdichtheid – Luchtdichtingsfolie aan de binnenzijde van de isolatie.

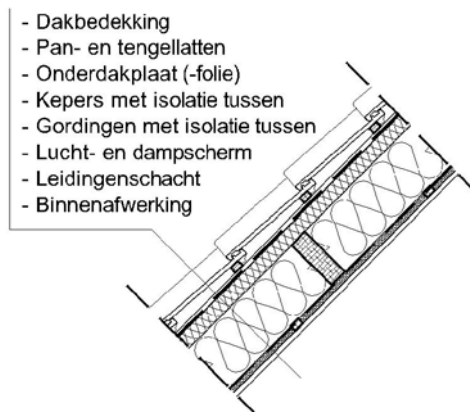
Het plaatsen van 2 waterschermen voor het behalen van de regen- en waterdichtheid is noodzakelijk om te voorkomen dat bij stuifneeuw of hevige slagregen de waterdichtheid niet meer zou gegarandeerd zijn.

De standaard opbouw van het dak zal er als volgt uitzien.

1. Dakbedekking
2. Pan- en tengellatten
3. Onderdak (of sarkingisolatie)
4. Keper
5. Gordingen
6. Isolatie tussen de kepers en gordingen (indien deze optie verkozen is)
7. Luchtdichtingsfolie
8. Draagspanten of -muren

De nummers 4,5 en 8 beschrijven de draagstructuur en kunnen ook vervangen worden door keperspanten maar meer daarover in hoofdstuk 2.3.1.4

De pan- en tengellatten worden vervangen door een bebording bij metalen dakbedekkingen.



Tekening 8: Hellend dak voorbeeld opbouw

2.3.1.1.Dakbedekking

De dakbedekking kan bestaan uit vele producten, van metaal, beton tot natuurleien en in vele vormen, pannen, leien, platen, shingels en derg. Al deze dakbedekkingen dienen te voldoen aan onderstaande eisen :

1. Waterdicht, regendicht
2. Vorstbestendig
3. Niet-capillair
4. UV-bestendig
5. Impactbestendig
6. Niet broos
7. Stormvast
8. Maatvast en voorzien van de nodige hulpstukken om de aansluitingen en doorvoeren van het dak in kwestie te bedekken.

In het algemeen zou men kunnen stellen, dat wanneer men Benor-gekeurde materialen gebruikt, deze steeds deze eigenschappen in meer of mindere maten zullen bezitten.

Buiten deze eigenschappen zal de dakbedekking, zoals de gevelsteen, voornamelijk op esthetische gronden gekozen worden.

In het licht van deze thesis wordt er niet verder op dit onderdeel ingegaan.

2.3.1.2.(Pan-) en tengel-latten of bebordingen

Panlatten zijn latten geplaatst voor de bevestiging van pannen of leien, voor metalen dakbedekkingen zal hier een bebording voor worden aangebracht.

Tengellatten hebben als functie het bevestigen van het onderdak en zorgen voor een onverhinderde afvoer van het eventuele vocht en ventilatie onder de dakbedekking.

Al het hout boven het onderdak heeft het sterk te verduren van vocht en temperatuur waardoor dit hout een verduurzaamde behandeling (min. procédé A1) dient te krijgen.

2.3.1.3.Onderdak

Het onderdak gaat fungeren als tweede opvang voor het vocht en gaat zodoende de eventuele doorslag van vocht van de dakbedekking opvangen en afvoeren naar de goot.

Om condensatie in de onderliggende isolatie te vermijden dient het onderdak dampopen te zijn. Het wordt tevens als positief ervaren een capillair onderdak te gebruiken, dit ter opvang van enige condensatie.

Om windcirculatie in de isolatie te vermijden geniet het de voorkeur om de verschillende banen onderdak af te kleven.

Bij het gebruik van sarkingdak of van dakpanelen zal de functie van het onderdak respectievelijk vervuld worden door de isolatie of vervat zitten in de panelen.

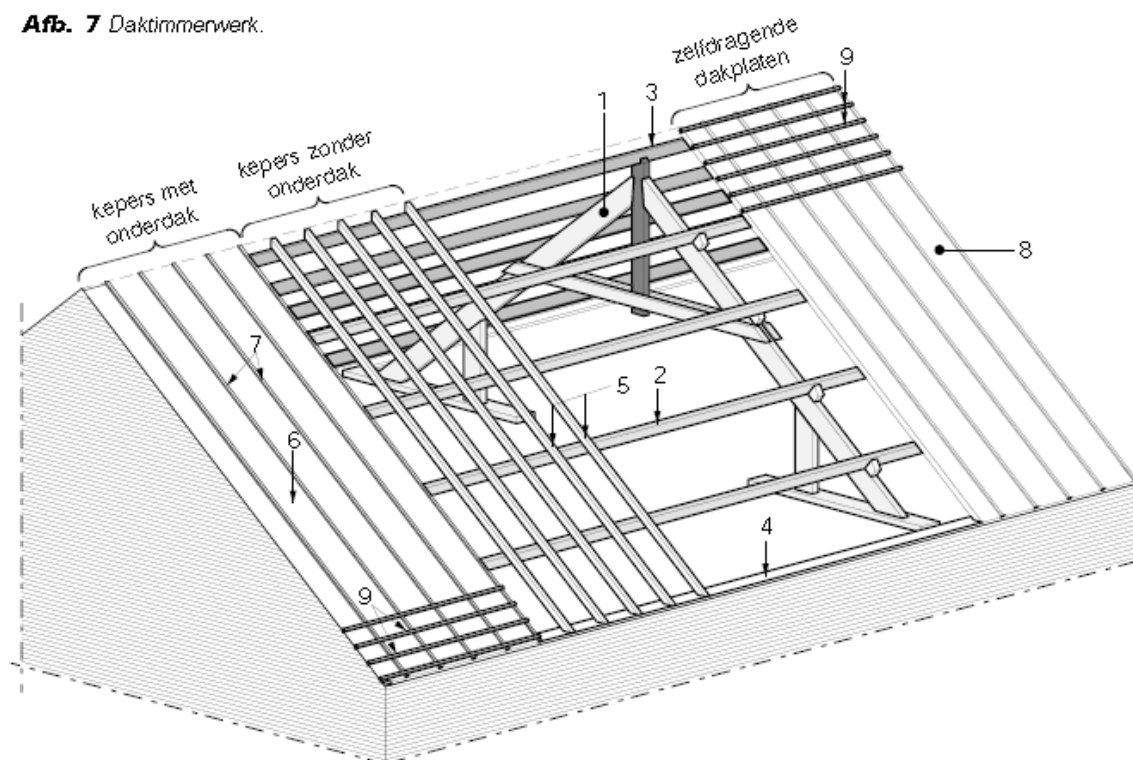
2.3.1.4.Draagconstructie

De draagconstructie kan gemaakt worden via verschillende methoden, dit wil zeggen via een traditioneel draagspant en gordingen constructie of een systeemopbouw met spanten om een kleine afstand. Zie onderstaande afbeeldingen (1 & 2) . Indien gewerkt wordt met dakpanelen zal er een draagconstructie moeten worden gemaakt met draagspanten en gordingen. Hier zullen de kepers vervangen worden door de dakpanelen. (Dakpanelen zijn momenteel nog niet te verkrijgen in de passiehuisdiktes en zijn zodoende niet bruikbaar als isolatie)

Het hout, van de geschikte houtsoort voor daktimmerwerk¹¹, dat gebruikt kan worden in de dakconstructie dient voldoende duurzaamheid te hebben tegen schimmels en zwammen of dient hiervoor verduurzaamd te worden. Spinhout zal nooit voldoende duurzaamheid hebben tegen deze en zal dan sowieso dienen verduurzaamd te worden. Over het algemeen kunnen we stellen dat alle daktimmerhout een minimum houtverduurzaming procédé A1 moet hebben gekregen. Deze kan aangebracht worden door bestrijking, korte of lange drenking, vacuüm, enz. van de daartoe geschikte verduurzamingproducten. Deze behandelingen kunnen zowel kleurloos als gekleurd gebeuren, meestal opteert men voor het laatste daar hier de behandeling duidelijk zichtbaar is.

11 *Buikbare houtsoorten voor daktimmer : Douglas, vuren, Hemlock, populieren, grenen, Spruce (bron : www.hout.be)*

Afb. 7 Daktimmerwerk.

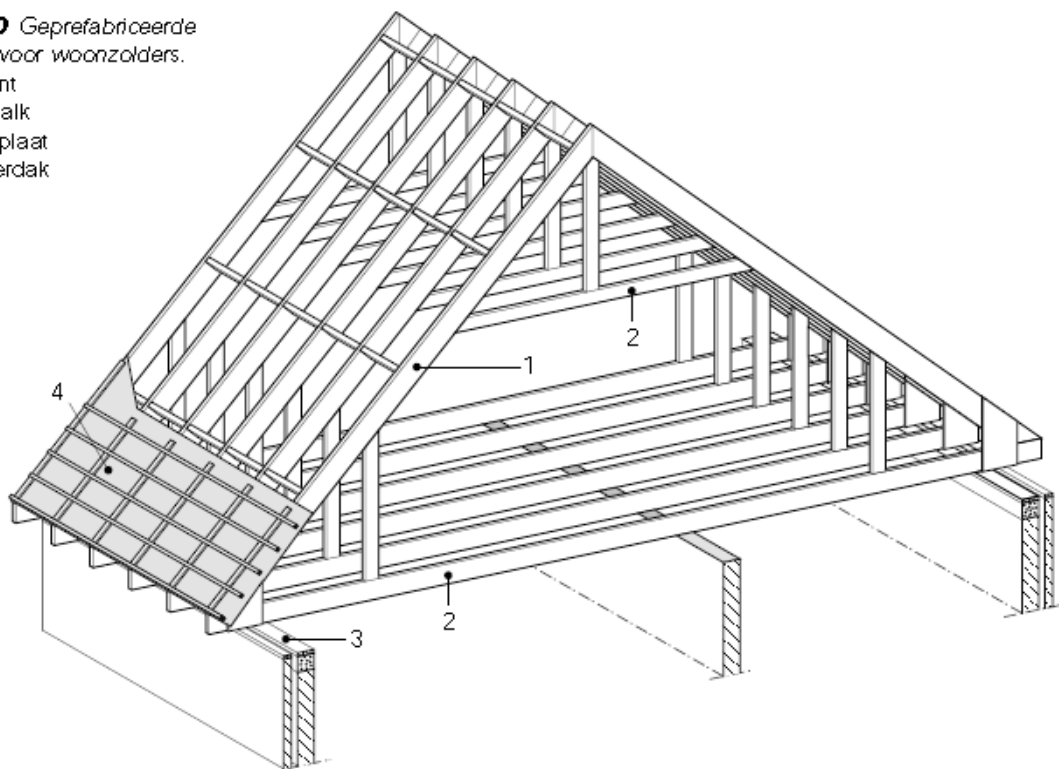


- | | | |
|---------------|--------------|---------------------------|
| 1. Gebint | 4. Muurplaat | 7. Tengellatten |
| 2. Gording | 5. Kepers | 8. Zelfdragende dakplaten |
| 3. Nokgording | 6. Onderdak | 9. Panlatten |

Afbeelding 1: dakconstructie met traditioneel draagspant en gordingen (bron : WTCB TV 202)

Afb. 10 Geprefabriceerde spanten voor woonzolders.

1. Gebint
2. Trekbalk
3. Muurplaat
4. Onderdak



Afbeelding 2: Spantendak (bron : WTCB TV 202)

Bij het kiezen van de constructie zullen verschillende punten moeten bekeken worden :

1. Hoe kan de luchtdichtheid gegarandeerd worden ?
 - a. Traditioneel : luchtscherp aan de bovenzijde van het draagspant wanneer de isolatie tussen de gordingen geplaatst wordt. Bij sarkingisolatie zal deze aan de bovenzijde van de kepers dienen gemaakt te worden
 - b. Keperspanten : hier is het heel moeilijk om de luchtdichtheid te garanderen bij plaatsing van de isolatie tussen de spanten. Elke trekker van elk spant (afhankelijk om de 45 of 60 cm) zal heel veel aandacht vereisen om deze luchtdicht af te werken. De grote moeilijkheidsgraad en de hoeveelheid te verwerken doorvoeren maakt dat de luchtdichtheid praktisch onmogelijk te garanderen is. Bij sarkingisolatie kan deze wel bovenop de keperspanten geplaatst worden.
2. Op welke manier kunnen de lasten van het spant worden overgebracht naar de onderliggende constructie (woning) ?
 - a. Traditioneel : lasten worden overgebracht ter hoogte van het draagspant of draagmuur naar de onderliggende construct, lasten dwars op de noklijn
 - b. Keperspanten : deze zullen de lijnlasten veroorzaken aan het uiteinden van het spant, één op de buitenmuur en één aan de binnenzijde van de spantvoet. Deze lasten zijn evenwijdig met de noklijn.
3. Op welke manier kan men de benodigde isolatiedikten halen ?
 - a. Traditioneel : te kiezen tussen de kepers en gordingen. Door de dikte van de kepers aan te passen kunnen grotere dikten bekomen worden. Ofwel kiest men voor sarkingisolatie bovenop de kepers, deze laat al de ruimte tussen de spanten onbenut.
 - b. Keperspanten : enkel sarkingisolatie mogelijk om de luchtdichtheid te garanderen.
4. Kostprijs ?
 - a. Traditioneel : Deze constructie is zeer arbeidsintensief en is zodoende vrij kostelijk aan manuren. Het benodigde hout zal in m³ uitgedrukt normaliter minder zijn dan bij een keperspanten dak maar omwille van de grotere secties zal de kostprijs qua hout circa overeen stemmen.
 - b. Keperspanten : Hier is een groot voordeel te halen door de spanten te laten prefabriceren waardoor er een tijdswinst zal ontstaan bij het plaatsen van spanten. Ook worden alle bevestigingen meer gecontroleerd en kan men zo zekerder zijn van de degelijkheid van de constructie. Indien men de spanten op de werf gaat maken zal de arbeidstijd oplopen naar de mate van een traditionele methode.

Over het algemeen is het traditioneel dak beter bruikbaar bij passiefwoningen daar het de grootste keuzemogelijkheden biedt aangaande de plaatsing van de isolatie en luchtdichtheid.

Als alternatief voor de keperspanten zou kunnen gebruik gemaakt worden van houten I-liggers met een nokbalk en bevestiging aan de vloerplaat. Deze kunnen aangepast worden aan de vereiste dikte en hier zouden ook cellulosevlokken kunnen worden ingespoten. Nadeel van deze constructie is dat alle krachten (verticale en spatkrachten) op de buitenmuren terecht komen. Het voordeel is dat het luchtscherp heel gemakkelijk aan te brengen is.

2.3.1.5.Isolatie

Voor de isolatie van hellende daken zijn er over het algemeen zachte isolatiematerialen op de markt. Er bestaan echter ook fabrikanten van sarkingisolatie met harde isolatiematerialen.

Harde isolatiematerialen zijn ook verkrijgbaar voor gebruik tussen de kepers(spanten). De aansluitingen met de kepers stellen grote moeilijkheden, waardoor de bruikbaarheid voor het bekomen van een dichte isolatieschil in vraag dient gesteld te worden. Deze isolatiemethode wordt in deze thesis aldus niet verder besproken.

a) Polyisocyanuraat (PIR)

Beschrijving : Materiaalinformatie zie spouwmuurisolatie. De platen worden gebruikt als sarkingisolatie en zullen zodoende bovenop de spanten worden bevestigd. De fabrikant is er heilig van overtuigd dat deze platen, indien aan de buitenzijde afgekleefd, volledig luchtdicht zijn en zodoende geen luchtscherm meer nodig hebben. Echter is de kans reëel dat de tape, dewelke vlak onder de pannen ligt, door de hoog oplopende temperaturen gaat lossen in de loop der tijd, waardoor de constructie als niet duurzaam kan beschouwd worden. Ook zal men bij het plaatsen zeer omzichtig te werk moeten gaan voor het plaatsen van deze tape, daar bij de blowerdoortest geen correcties meer mogelijk zijn. (lees : zeer dure herstellingswerken)

Isolatiewaarde : 0,023 W/mK – 0,028 W/mK

Nibe classificatie : milieu : 3b gezondheid : -

Soortelijke warmte : $\pm 1470 \text{ J/(kg.K)}$

Diffusieweerstand : $\mu = 50 - 100$

Voordelen :

- Goede isolatiewaarde en dus minimale isolatiedikte
- Brandvertragend (klasse B)
- Heeft een lange levensduur
- Niet capillair, weinig hygroscopisch, zodoende bruikbaar als funderingsisolatie
- Licht van gewicht, gemakkelijk te hanteren

Nadelen :

- Zwaardere ecologische productielast
- Bevestiging van de tengellatten dient te gebeuren met zeer lange, dikke schroeven bij passiefhuisdikten, waardoor er steeds puntkoudebruggen gevormd zullen worden.
- Is onderhevig aan thermische zettingen
- dampdicht
- Moeilijker te verwerken
- Kan worden aangevreten door insecten en knaagdieren
- Duurder product

b) Cellenglas

Beschrijving : Materiaalinformatie zie spouwmuurisolatie. Dit wordt eveneens gebruikt als sarkingisolatie met dit verschil dat cellenglas verlijmd wordt op een bebording. Hier zullen zodoende de extra kosten van de bebording moeten mee in rekening gebracht worden. De bevestiging van de tengellatten zal hier eveneens door de isolatie moeten gebeuren, gelet op de grote isolatiedikte zal dit echter een moeilijke klus worden.

Isolatiewaarde : 0,040 W/mK – 0,048 W/mK

Nibe classificatie : milieu : 3b gezondheid : 0

Soortelijke warmte : $\pm 840 \text{ J/(kg.K)}$

Diffusieweerstand : $\mu = \infty$

Voordelen :

- Heeft een lange levensduur
- Is niet onderhevig aan thermische zettingen
- Onsamendrukbaar en onaantastbaar door ongedierte en inwerking door chemische producten
- Waterdicht
- Onbrandbaar (klasse A1)
- Cellenglas is immuun tegen de meeste basen en zuren.

Nadelen :

- Mindere isolatiewaarde, zodoende een dikkere isolatie vereist.
- Bevestiging van de tengellatten dient te gebeuren met zeer lange, dikke schroeven bij passiefhuisdikten, waardoor er steeds puntkoudebruggen gevormd zullen worden.
- Geheel dampdicht
- Moeilijker te verwerken
- Een van de duurste isolatieproducten

c) Glaswol

Beschrijving : Materiaalinformatie zie spouwmuurisolatie. Deze isolatie wordt tussen de spanten/kepers geplaatst en zal wanneer men zorgvuldig werkt nauw aansluiten met de spanten. Koudebruggen zijn hier dus relatief gemakkelijk te vermijden.

Isolatiewaarde : 0,032 W/mK – 0,041 W/mK

Nibe classificatie : milieu : 1b gezondheid : -

Soortelijke warmte : $\pm 840 \text{ J/(kg.K)}$

Diffusieweerstand : $\mu = 1 \text{ à } 1,2$

Voordelen :

- Goede isolatiewaarde voor zachte isolatiematerialen
- Gemakkelijke verwerking
- Onbrandbaar (klasse A)
- Niet capillair, vochtafstotend tot in de massa en weinig hygroscopisch
- Geen thermische zettingen
- Dampopen
- Eén van de goedkopere isolatiematerialen

Nadelen :

- Het materiaal irriteert huid- en slijmvliezen. Bij verwerking dient hiermee rekening te worden gehouden
- Het materiaal verliest bij langere natte toestand zijn stabiliteit.
- Wespen en knaagdieren maken hun nesten in het materiaal
- Bij langdurige blootstelling aan hoge temperaturen, vocht en lucht verpulveren de vezels

d) Rotswol

Beschrijving : Materiaalinformatie zie spouwmuurisolatie. Deze isolatie wordt eveneens tussen de spanten/kepers geplaatst

Isolatiewaarde : 0,034 W/mK – 0,041 W/mK

Nibe classificatie : milieu : 2c gezondheid : -

Soortelijke warmte : $\pm 840 \text{ J/(kg.K)}$

Diffusieweerstand : $\mu = 1 \text{ à } 1,3$

Voordelen :

- Gemakkelijke verwerking
- Niet capillair, waterafstotend en weinig hygroscopisch
- Onbrandbaar, brandvertragend (klasse A)
- Waterafstotend
- Geen thermische zetting
- Dampopen
- Eén van de goedkopere isolatiematerialen

Nadelen :

- Het materiaal irriteert huid- en slijmvliezen. Bij verwerking dient hiermee rekening te worden gehouden
- Het materiaal verliest bij langere natte toestand zijn stabiliteit.
- Wespen en knaagdieren maken hun nesten in het materiaal

e) Hennep

Beschrijving : Materiaalinformatie zie spouwmuurisolatie

Isolatiewaarde : 0,040 – 0,041 W/mK

Nibe classificatie : milieu : 1a gezondheid : +

Soortelijke warmte : $\pm 2520 \text{ J/(kg.K)}$

Diffusieweerstand : $\mu = 1 \text{ à } 10$

Voordelen :
- Zeer ecologisch, duurzaam product
- Geen thermische zetting
- Dampopen

Nadelen :
- Kan, onder invloed van vocht, rotten.
- Duurder dan de andere zachte isolatie materialen

f) Houtvezel

Beschrijving : Materiaalinformatie zie spouwmuurisolatie

Isolatiewaarde : 0,038 W/mK – 0,045 W/mK

Nibe classificatie : milieu : 2c gezondheid : +

Soortelijke warmte : $\pm 2100 \text{ J/(kg.K)}$

Diffusieweerstand : $\mu = 1 \text{ à } 5$

Voordelen :
- Ecologisch, duurzaam product
- Geen thermische zetting
- Dampopen

Nadelen :
- Kan, onder invloed van vocht rotten
- Duurder dan de andere zachte isolatie materialen

g) Cellulose

Beschrijving : Materiaalinformatie zie spouwmuurisolatie

Isolatiewaarde : 0,037 – 0,039 W/mK

Nibe classificatie : milieu : 1c gezondheid : 0

Soortelijke warmte : 1880 J/(kg.K)

Diffusieweerstand : $\mu = 1 \text{ à } 1,3$

Voordelen :
- Ecologisch, duurzaam product
- Geen thermische zetting
- Geen kieren of holten in de isolatie
- Dampopen
- Kan een kleine hoeveelheid vocht bufferen.

Nadelen :
- Er dienen kamers gemaakt te worden, traditionele opbouw van dakconstructie niet mogelijk
- Brandbaar (klasse B-C)
- Vochtgevoelig
- Duurder dan de andere zachte isolatie materialen
- Men kan de isolatie niet zelf aanbrengen, het aanbrengen is specialistenwerk.
- Sterke hygrische zwelling en krimp
- Is, wanneer vochtig, vatbaar voor rot

h) Verenisolatie

Beschrijving : Materiaalinformatie zie spouwmuurisolatie

Isolatiewaarde : 0,042 W/mK – 0,050 W/mK

Nibe classificatie : milieu : 1a gezondheid : +

Soortelijke warmte : 1100 J/(kg.K)

Diffusieweerstand : μ = 1 à 2

Voordelen : - Ecologisch, duurzaam product
- Geen thermische zetting
- Dampopen

Nadelen : - Duurder dan de andere zachte isolatie materialen
- Is, wanneer vochtig, vatbaar voor rot
- Gevoelig voor mijten en insecten.

i) Schapenwol

Beschrijving : Materiaalinformatie zie spouwmuurisolatie

Isolatiewaarde : 0,035 W/mK – 0,045 W/mK

Nibe classificatie : milieu : 1a gezondheid : +

Soortelijke warmte : 1720 J/(kg.K)

Diffusieweerstand : μ = 1 à 2

Voordelen : - Ecologisch, duurzaam product
- Vernieuwbare grondstoffen
- Geen thermische zetting
- Dampopen

Nadelen : - Duurder dan de andere zachte isolatie materialen
- Is, wanneer vochtig, vatbaar voor rot
- Gevoelig voor mijten en insecten.

2.3.1.6.Lucht/dampscherm

Het lucht- en dampscherm wordt aangebracht aan de warme kant van de isolatie. Belangrijk is dat dit een doorlopend, ongeperforeerd scherm is om een ideale luchtdichting te bekomen. Bij perforatie kan het zijn dat luchtstromen ontstaan met warmteverlies en eventueel zelfs condensatie tot gevolg.

Bij het gebruik van een dampdoorlatend onderdakfolie in een residentiële woning is een folie kwaliteit E 1 voldoende (PE 0,2 mm dik d = 2 à 5 m,overlappingsen 100mm). Deze folie wordt aan de warme zijde van de isolatie geplaatst en wordt doorgaans bevestigd door nieten aan het houtwerk. Bij passiefhuis dienen alle naden en aansluitingen zorgvuldig te worden afgetaped of verlijmd met een soepel blijvende kit. Er dient ook rekening worden gehouden met mogelijke zettingen in de tijd. Hierdoor dienen er op verschillende plaatsen de mogelijkheid tot werken van de constructie mogelijk te worden gemaakt.

Het gebruik van isolatie met aluminiumfolie is zeer moeilijk luchtdicht te maken omdat men veel voegen krijgt dewelke steeds kans geven op luchtlekken. Vandaar dat deze in principe niet bruikbaar zijn in de passiefbouw.

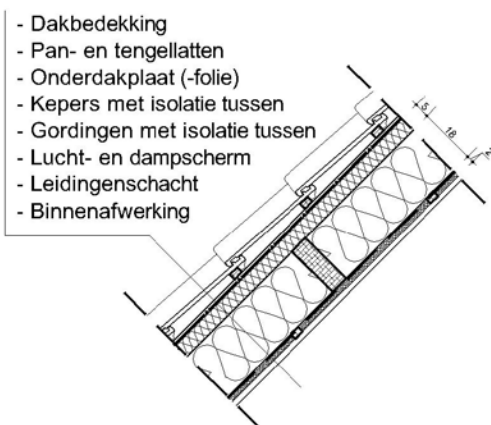
2.3.1.7. Afwerking van de dakconstructie

Indien de zolder gebruikt wordt zal men deze dakconstructie ook afwerken. De afwerking kan gebeuren door middel van plaatmaterialen (gipskartonplaten, houten platen), planchetten (houten of derg.), of bepleistering (ofwel door middel van wapeningsgaas of op gipskartonplaten). Tussen de afwerking van de zolder en het lucht/dampscherm zal een leidingenschacht gemaakt worden om het scherm niet te moeten penetreren voor het plaatsen van elektrische leidingen, deze schacht kan ook best geïsoleerd worden, dit om een luchtstroming achter de afwerking te vermijden.

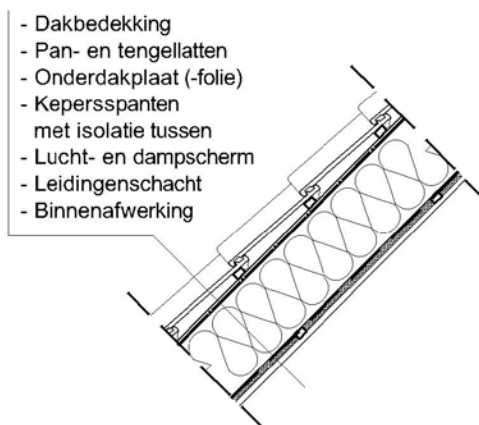
Deze afwerking heeft geen enkele functie binnen het passiehuiskoncept buiten het esthetische. Vandaar zal deze in deze thesis niet verder besproken worden.

2.3.1.8. Samenvatting hellend dak

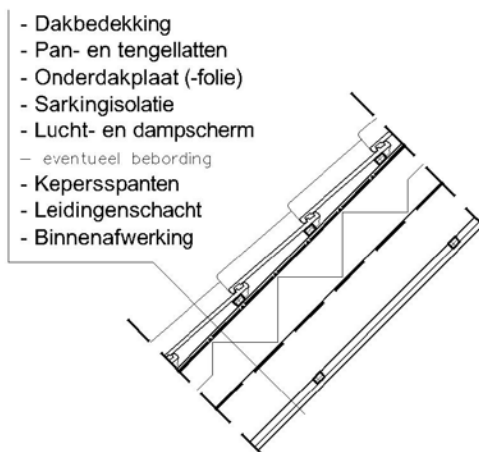
Traditionele dakconstructie



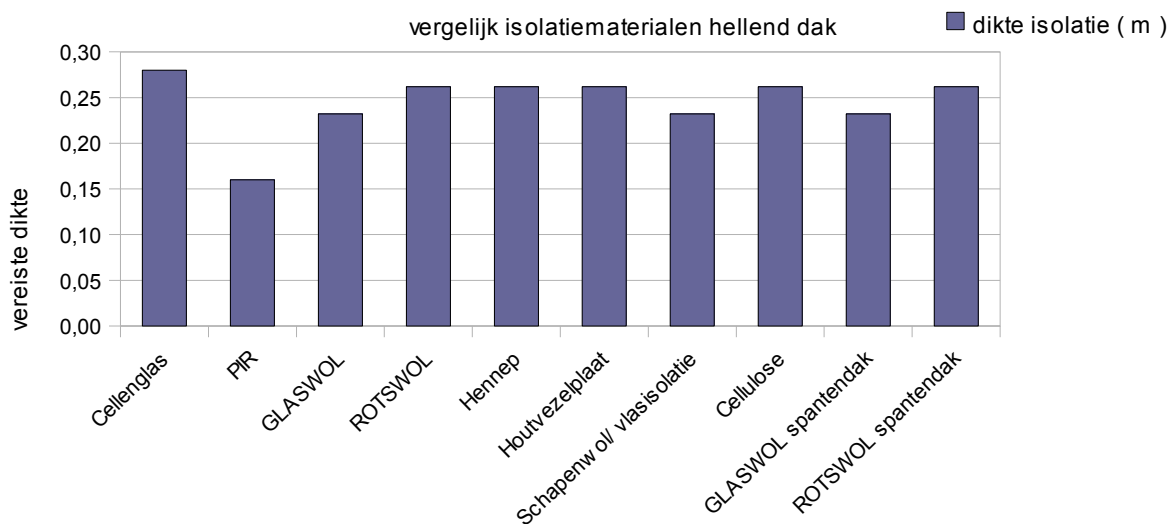
Keperspanten



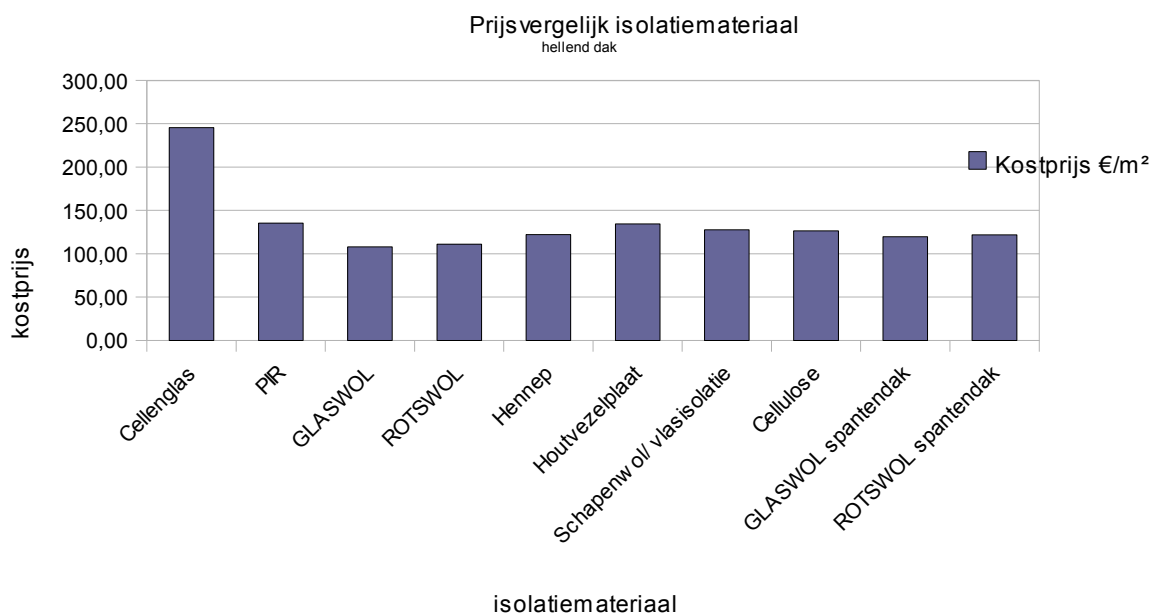
SARKINGISOLATIE



Tekening 9: Hellend dak voorbeelden mogelijke opbouwen



Isolatiemateriaal
Tabel 10: vergelijk dikte isolatiematerialen hellend dak



Tabel 11: Vergelijk kostprijs isolatiemateriaal hellend dak

Als minimale isolatiedikte komt de PIR-isolatie (sarking) uit de bus. Qua kostprijs ligt deze wel gevoelig hoger dan minerale wol isolatiematerialen. Ook de moeilijkere plaatsing en de onbenutte dikte onderaan spreken in zijn nadeel. Zoals bij de standaard isolatie, het isoleren van de leidingenspouw, is bij deze isolaties ook niet mogelijk daar er dan condensatie zou kunnen optreden tussen beide isolaties. In het totaalbeeld komen de minerale wollen er het beste uit. Er dient bij een traditionele constructie zelfs geen extra verhogingen van de materialen te gebeuren om de vereiste U-waarde te halen, en als kostprijs komen zij eveneens het beste uit de bus. De ecologische isolatiematerialen zijn in beperkte mate duurder dan de standaard minerale wollen. Hierdoor kan de kostprijs maar als beperkte reden aanzien worden om een niet- (minder) ecologisch isolatiemateriaal te verkiezen. Op de volgende pagina vindt U de gedetailleerd overzicht van de waarden.

DAKOPBOUW	DAKOPBOUW			
ISOLATIEMATERIAAL	<i>U-Waarde</i>	<i>dikte isolatie (m)</i>	<i>dikte dak (m)</i>	<i>Kostprijs €/m²</i>
Cellenglas	0,1488	0,28	0,37	245,57
PIR	0,1476	0,16	0,33	135,32
GLASWOL	0,1444	0,23	0,33	107,91
ROTSWOL	0,1456	0,26	0,36	110,86
Hennep	0,1456	0,26	0,36	121,96
Houtvezelplaat	0,1456	0,26	0,36	129,26
Schapevool/ vlasisolatie	0,1444	0,23	0,33	122,47
Cellulose	0,1453	0,26	0,36	128,52
GLASWOL spantendak	0,1440	0,23	0,33	119,47
ROTSWOL spantendak	0,1453	0,26	0,36	121,82

2.3.2. Plat dak

Het plat dak heeft, supplementair met de problemen van het hellend dak, nog af te rekenen met stagnerend water. Hierdoor zullen deze dichtingen eveneens onder druk waterdicht moeten zijn. In de praktijk worden heden bijna enkel nog warme daken toegepast, dit wil zeggen dat de isolatie boven de constructie geplaatst wordt. Dit biedt het voordeel dat de constructie gevrijwaard blijft van grote thermische verschillen en de bijhorende zettingen. In koude daken zijn er ook meer punten dewelke aandacht verdienen aangaande koudebrugwerking. Hierdoor zal deze thesis enkel over de opbouw van het warme dak gaan.

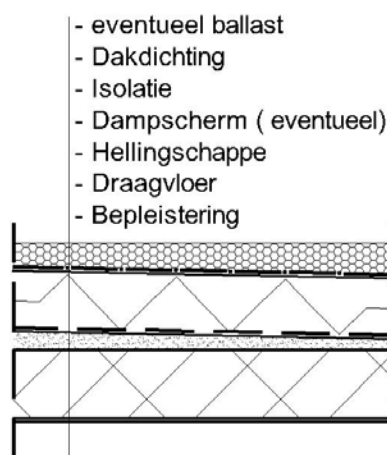
De standaard opbouw wordt bijgevolg :

1. ballast (eventueel)
2. dakbedekking
3. isolatie
4. dampscherm (eventueel)
5. hellings- of uitvullingschappe
6. draagvloer
7. bepleistering

Functies

- waterdichting
- isolerende functie
- stabiliteit
- luchtdichting

Alle bestanddelen worden onderstaand besproken



Tekening 10: Plat dakopbouw

2.3.2.1. Ballast

De ballast heeft als voornaamste functie het afschermen van de dakbedekking van zonlicht (UV-straling) en vermijden van het opwaaien van de dakbedekking bij losliggend geplaatste dakbedekking. Ook zal de ballast de temperatuur ten gevolge van de zonnestraling opvangen en zo de dakbedekking beschermen.

In het algemeen wordt er riviergrind gebruikt als ballast. Bij dakterrassen kan deze vervangen worden door tegels of houten bekleding. Deze zal dan respectievelijk op tegel dragers of houten regelwerk geplaatst dienen te worden. Afhankelijk van het windgebied en de hoogte van het dak dient er een minimum massa van tegels of minimum diameter van het granulaat te worden aangehouden. Indien het grind scherpe kanten vertoont of de dakbedekking onvoldoende bestand is tegen penetratie zal er op de dakbedekking eerst een bescherm laag aangebracht worden, dit kan onder de vorm van een polyester vlies of een polypropyleen mat (geotextiel)

Een groen dak kan de functie van ballast ook op zich nemen. Voor de specificaties en uitvoeringsmethode verwijs ik U door naar de gespecialiseerde literatuur.

2.3.2.2.Dakbedekking

De dakbedekking zal de onderliggende lagen beschermen tegen waterinfiltratie. Deze dient volledig waterdicht te zijn en zal voldoende duurzaam moeten zijn om een lange levensduur te verzekeren.

Heden zijn er 2 veel gebruikte dakbedekkingen namelijk de bitumineuze en de kunststof dakbedekkingen.

De bitumineuze dakbedekkingen zijn veelvuldig toegepast en relatief goedkoop, echter door de kortere levensduur en de gevoeligheid voor UV-straling wordt deze meer en meer verdrongen door de kunststoffen dakbedekkingen. De dakbedekking wordt meestal in meerdere lagen aangebracht, 1 laag is echter ook mogelijk. Ter bescherming van de dakbedekking tegen de UV-straling en te snelle veroudering zal de eindlaag moeten bestaan uit een met polyester gewapend polymeerbitumen, waarop meestal een lichte schutlaag wordt aangebracht. Veel gebruikt is een laag leischilfers op de bovenste laag. De gemakkelijke verwerkbaarheid is ook een groot voordeel van deze dakbedekking.

De kunststof dakbedekkingen zijn minder gevoelig voor ouderdom dan de bitumineuze en ze worden in 1 laag aangebracht. Er zijn heel wat kunststof dakbedekkingen op de markt, men kan ze onderverdelen in 3 groepen : elastomeren, thermoplastische elastomeren en plastomeren. Deze kunnen al dan niet gewapend zijn.

Beide dakbedekkingen kunnen losliggend met ballast, deelgekleefd (al dan niet met ballast), volgekleefd of mechanisch bevestigd zijn.

2.3.2.3.Isolatie

De gebruikte isolatiematerialen dienen voldoende draagkrachtig te zijn om de belasting op te nemen en voldoende trekvast zijn om bij gekleefde dakbedekking de windzuiging te weerstaan. Hierdoor zullen verschillende isolatiematerialen maar geschikt zijn. De rest van de eisen zie vloerisolatie.

Onderstaand worden de meest gebruikte isolatiematerialen besproken.

a) Polyurethaan (PUR)

Beschrijving : Materiaalinformatie zie spouwmuurisolatie. Enkel bruikbaar voor mechanisch bevestigde of gekleefde dakbedekkingen.

Isolatiewaarde : 0,023 W/mK – 0,028 W/mK

Nibe classificatie : milieu : 3b gezondheid : 0

Draagkracht : platen : 0,12 N/mm² bij 10% vervorming

Soortelijke warmte : $\pm 1470 \text{ J/(kg.K)}$

Dampdichtheid : $\mu = 50 - 100$ Indien platen

Voordelen :
- Goede isolatiewaarde en dus minimale isolatiedikte
- Heeft een lange levensduur
- Dampdicht
- Niet capillair
- Licht van gewicht, gemakkelijk te hanteren

Nadelen :
- Zwaardere ecologische productielast
- Duurder product

b) Polyisocyanuraat (PIR)

Beschrijving : Materiaalinformatie zie spouwmuurisolatie. Kan gebruikt worden voor alle plaatsingsmethoden van de dakbedekkingen. Heeft bij correcte plaatsing geen extra dampscherm meer nodig.

Isolatie waarde : 0,024 W/mK – 0,028 W/mK

Nibe classificatie : milieu : 3b gezondheid : -

Draagkracht : platen : 0,12 N/mm² bij 10% vervorming

Soortelijke warmte : $\pm 1470 \text{ J/(kg.K)}$

Dampdichtheid : $\mu = 50 - 100$

Treksterkte : 80kPa (loodrecht op oppervlak)

Voordelen : - Goede isolatie waarde en dus minimale isolatiedikte
- Brandvertragend (klasse B)
- Heeft een lange levensduur
- Dampdicht
- Niet capillair,
- Licht van gewicht, gemakkelijk te hanteren

Nadelen : - Zwaardere ecologische productielast
- Is onderhevig aan thermische zettingen
- Kan worden aangevreten door insecten en knaagdieren
- Duurder product

c) Geëxtrudeerd polystyreen (XPS)

Beschrijving : Materiaalinformatie zie spouwmuurisolatie. XPS is enkel bruikbaar bij mechanisch bevestigde of losliggend geplaatste dakbedekking.

Isolatie waarde : 0,030 W/mK – 0,040 W/mK

Nibe classificatie : milieu : 2c gezondheid : 0

Draagkracht : platen : 0,3 N/mm² bij 10% vervorming

Dampdichtheid : $\mu = 80 - 250$

Voordelen : - Heeft een lange levensduur
- Dampdicht tot zeer dampdicht
- Vochtongevoelig
- Licht van gewicht, gemakkelijk te hanteren

Nadelen : - Heeft zelfde isolatie waarde als de minerale wollen, maar is duurder.
- Zwaardere ecologische productielast

d) Geëxpandeerd polystyreen (EPS)

Beschrijving : Materiaalinformatie zie spouwmuurisolatie. EPS is enkel bruikbaar bij mechanisch bevestigde of losliggend geplaatste dakbedekking.

Isolatiewaarde : 0,033 – 0,038 W/mK

Nibe classificatie : milieu : 2c gezondheid : 0

Draagkracht : platen : 0,06 – 0,25 N/mm² bij 10% vervorming

Dampdichtheid : μ = 20 - 220

Voordelen : - Heeft een lange levensduur
- Dampremmend tot dampdicht
- Vochtongevoelig
- Licht van gewicht, gemakkelijk te hanteren

Nadelen : - Mindere isolatiewaarde, zodoende een dikkere isolatie vereist.
- Heeft een slechte reputatie aangaande de “eetbaarheid” door knaagdieren.

e) Cellenglas

Beschrijving : Materiaalinformatie zie spouwmuurisolatie. Kan gebruikt worden voor alle plaatsingsmethoden van de dakbedekkingen behalve mechanische bevestiging. De isolatieplaten worden verlijmd op de ondergrond door middel van koud of warm bitumen. Door de verlijming van de onderlinge platen met deze bitumen vormen deze een dampdichte laag en is een extra dampscherm niet meer nodig. Deze is ook verkrijgbaar met een ingebouwde helling, zodoende dient er een uitvullingslaag geplaatst te worden in plaats van een hellingschape, voordeel hiervan is dat men zekerder is van de aangehouden helling.

Isolatiewaarde : 0,042 – 0,050 W/mK

Nibe classificatie : milieu : 3b gezondheid : 0

Draagkracht : platen : 0,7 – 1,6 N/mm² breuklast

Dampdichtheid : μ = ∞

Treksterkte : 8,7kPa

Voordelen : - Heeft een lange levensduur
- Geheel dampdicht
- Is niet onderhevig aan thermische zettingen
- Vochtongevoelig, waterdicht
- Onsamendrukbaar en onaantastbaar door ongedierte en inwerking door chemische producten
- Onbrandbaar

Nadelen : - Mindere isolatiewaarde, zodoende een dikkere isolatie vereist.
- Eén van de duurste isolatieproducten

f) Fenol (PF)

Beschrijving : Materiaalinformatie zie spouwmuurisolatie. De platen kunnen aangewend worden bij plaatsing van losliggende of mechanisch bevestigde dakbedekkingen.

Isolatiewaarde : 0,021 W/mK – 0,025 W/mK

Nibe classificatie : milieu : 1c gezondheid : -

Soortelijke warmte : $\pm 1470 \text{ J/(kg.K)}$

Diffusieweerstand : $\mu = 110$

Voordelen : - Maximale isolatiewaarde en dus minimale isolatiedikte
- Heeft een lange levensduur
- Zeer dampdicht
- Een van de meest ecologische harde isolatiematerialen
- Licht van gewicht, gemakkelijk te hanteren

Nadelen : - Vochtgevoelig
- Corrosief
- Kan irriterend werken op de huid
- Brandgevoelig (*klasse C*)
- Moeilijker te verwerken
- Duurder product

2.3.2.4.Dampscherm

De functie van het dampscherm is om ontoelaatbare inwendige condensatie ten gevolge van convectie van vochtige binnenlucht en diffusie van waterdamp of van bouwvocht te vermijden.

In een woongebouw is, indien noodzakelijk bij het isolatiemateriaal, een E 1 dampscherm voldoende (PE-folie >0,2 mm, overlappend 100 mm). Enkel bij binnenzwembad (klasse 4) kan een E2 dampscherm noodzakelijk zijn.

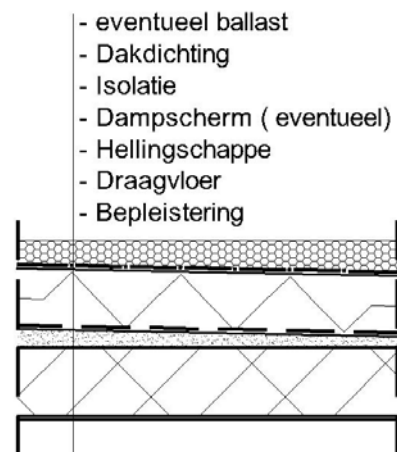
2.3.2.5.Draagvloer

De draagvloer kan bestaan uit verschillende opbouwen : hout, beton, keramisch, stalen en staal-beton. In de traditionele woningbouw via de traditionele methode wordt bijna uitsluitend gebruik gemaakt van betonnen of keramische draagvloeren. De betonnen draagvloer kan bestaan uit welfsels, predallen, “potten en balken” systeem en ter plaatse gestorte betonplaat, keramisch zijn uitsluitend in het “potten en balken” systeem gekend.

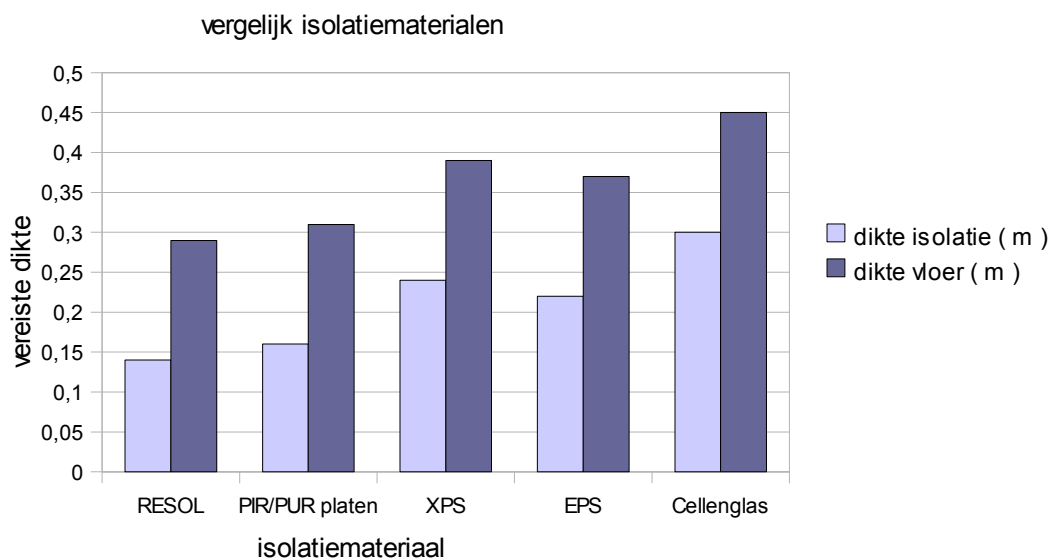
Onafhankelijk van het soort draagvloer dient deze gedimensioneerd te zijn op de te verwachte belastingen, inclusief eventueel ballast of dergelijke.

2.3.2.6. Samenvatting plat dak

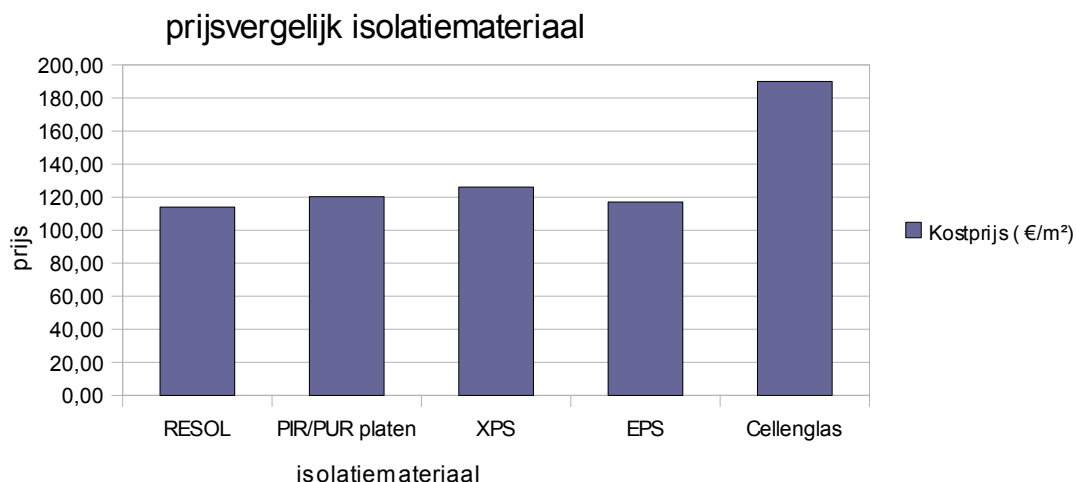
Voor de platdakisolatie zijn er andere isolatiematerialen dewelke er beter uit komen, namelijk de PIR-isolatie. Niet alleen qua kostprijs en isolatiedikte maar ook omdat hier alle plaatsingsmethoden van dakbedekking mogelijk zijn. Hierdoor kan men de dakbedekking vrij kiezen zonder rekening te moeten houden met de isolatie. Een groot nadeel is wel zijn niet-ecologisch karakter.



Tekening 11: Plat dakopbouw



Tabel 12: Vergelijk dikte isolatiematerialen plat dak



Tabel 13: Vergelijk kostprijs isolatiematerialen plat dak

OPBOUW VAN HET PLAT DAK				
CHAPPE	Normaal chappevloer			
ISOLATIEMATERIAAL	<i>U-Waarde</i>	<i>dikte isolatie (m)</i>	<i>dikte vloer (m)</i>	<i>Kostprijs (€/m²)</i>
RESOL	0,1448	0,14	0,29	113,89
PIR/PUR platen	0,1448	0,16	0,31	120,17
XPS	0,1448	0,24	0,39	126,09
EPS	0,1448	0,22	0,37	116,95
Cellenglas	0,1448	0,3	0,45	189,95

2.4.Buitenschrijnwerk

Het buitenschrijnwerk is qua thermische kwaliteiten een zwakke schakel in de gehele thermische schil van het passiefhuis. Daarom heeft het buitenschrijnwerk voor de passiefhuis een aantal zeer specifieke eigenschappen nodig :

- Zeer lage warmtedoorlatingscoëfficiënt van de profielkader $U = < 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Zeer lage warmtedoorlatingscoëfficiënt van het glas $U = < 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Zeer hoge zonnetoetredingsfactor van het glas $g \geq 50\%$
- Het glas moet voorzien zijn van thermisch verbeterde afstandhouders
- Goede luchtdichtheid tussen de kader en de vleugel, zowel voor ramen als deuren.
- Luchtdichte aansluiting mogelijk maken tussen het raam/deur met de luchtdichte laag van de muur.
- Thermisch goed inbouwbaar zijn, met een minimale koudebrugvorming ($\psi < 0,05 \text{ W/mK}$ en de totale raam dient een isolatiewaarde te behalen van $0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- Inbraakvertragend zijn (niet PH gebonden)
- Brandveilig zijn (niet PH gebonden)
- Voorzien van de nodige zonneweringen om oververhitting te voorkomen

Qua materialen van de kaders zijn enkele samenstellingen leverbaar :

- PVC, geïsoleerde luchtkamers
- Hout, met thermische onderbreking
- Hout, zonder thermische onderbreking
- Hout, met ALU/PVC bekleed aan de buitenzijde, thermisch onderbroken.

Als luchtdichting wordt er meestal gebruik gemaakt van een drievoudige rubberaansluiting. Voor de buitendeuren zal er gebruik dienen gemaakt te worden van een onderdorpel om de luchtdichtheid van deze te verzekeren.

Niet alleen de isolatiewaarde van het venster en de inbouw verdienen de aandacht, ook de positie van inbouw speelt een grote rol. Een raam op het zuiden zal in de winter, door de zonnestraling, een zekere warmtewinst opleveren wat dan circa zal kunnen weggeschreven worden met het warmteverlies van dit raam. Een raam op het noorden zal echter geen warmtewinsten kunnen inrekenen en zal hierdoor een verliespost vormen dewelke steeds op één of andere manier moet gecompenseerd worden om de vereiste waarde te halen. De inbouwdiepte van het buitenschrijnwerk dient zo gepositioneerd te worden zodat het buitenschrijnwerk in het midden van de isolatie komt te staan, hierdoor kan de koudebrug door het inbouwen maximaal beperkt worden.

Verder buiten alle technische eigenschappen van het buitenschrijnwerk dient, wanneer de posities bepaald zijn, eveneens de kans op oververhitting bekeken te worden. Vooral bij de ramen op het zuiden (en eventueel op het oosten en westen) zal hier extra aandacht aan moeten geschonken worden. De eventuele zonnewering kan met rolluiken, screens, vaste oversteken, beweegbare oversteken, lamellen en dergelijke gebeuren, echter dient hier altijd de koudebrugvorming in het oog te worden gehouden. (Bv. Het plaatsen van een rolluik volgens de traditionele methode is totaal uit den boze. De rolluik zal aan de buitenzijde van de geïsoleerde schil dienen geplaatst te worden) Eveneens afzonderlijke constructies kunnen als zonnewering aangewend worden, bijvoorbeeld bomen of derg.

Voor de inbouwdetails verwijs ik naar het volgend hoofdstuk.

2.5.Besluit

Uit voorgaand hoofdstuk valt af te leiden dat de passiefhuisbouw via de traditionele methoden veel aandacht vereist, zowel in de voorbereiding als in de uitvoering. De voorbereiding mag dan al perfect verlopen zijn, indien de mensen ter plaatse niet even secuur te werk gaan zal dit bij het passiefhuis zeker problemen opleveren. Men moet daarom uitvoerders zoeken dewelke de noodzaak kennen om bij het passiefhuis secuur te werk te gaan. Bij een standaard woning zal niemand het merken dat de wand op bepaalde plaatsen de vereiste isolatiewaarde niet haalt, dit zal zich enkel vertalen in een hogere stookfactuur. Bij het passiefhuis rekent men net op het vasthouden van de warmte door de woning en gaat men ook de “verwarming” hierop dimensioneren, wanneer dit dan niet het geval is zal er onvoldoende warmte kunnen opgewekt worden. Deze problemen kunnen enkel voorkomen worden door een zeer doorgedreven werfcontrole, dewelke dan ook onontbeerlijk is om een kwalitatief passiefhuis te bouwen.

Tegenover bijvoorbeeld de houtskeletbouw heeft deze het voordeel van de grotere thermische inertie, echter houtskeletbouw heeft het voordeel dat het luchtdichtingsscherm op een meer gecontroleerde wijze kan worden aangebracht. Het skelet dient dan weer steeds door professionals geplaatst te worden, terwijl metselen de meeste “handige” mensen wel genegen zijn. Bijkomend voordeel ten opzichte van houtskeletbouw is dat de luchtdichtheid van de wand geen extra actie vereist, bij een standaard woning zal eveneens bepleisterd worden. Enkel de aansluitingen van de verschillende schildelen moeten supplementair behandeld worden. Bij standaard houtskeletbouw worden de wanden niet luchtdicht afgekleefd waardoor extra actie voor nodig is.

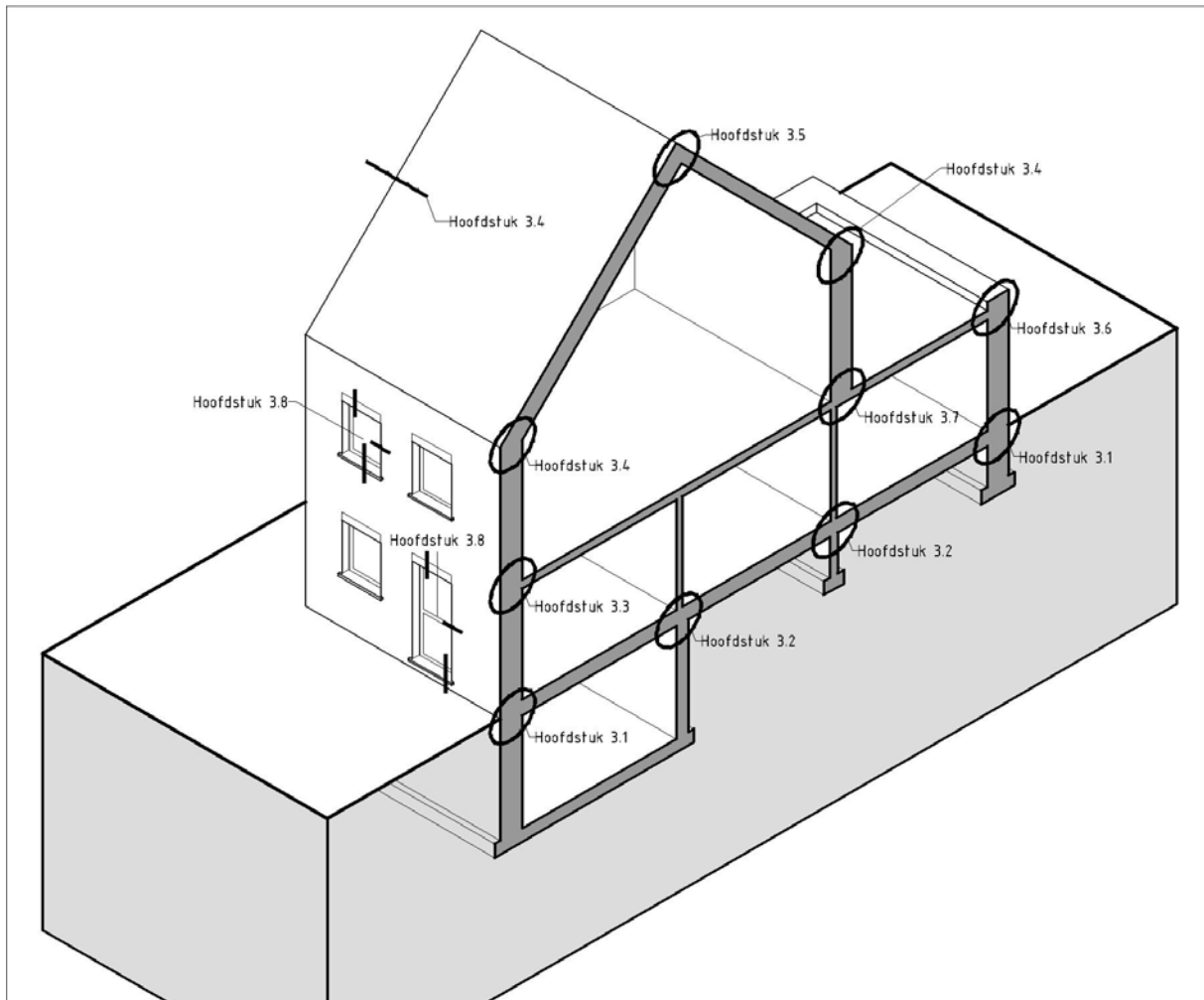
Andere bouwmethoden hebben ook steeds hun voor- en nadelen echter dit zou ons te ver leiden.

Een punt waar ook zeer veel aandacht zal moeten aan geschonken worden is de aansluiting van de verschillende schildelen aan elkaar. Hier gaan we in het volgend hoofdstuk verder op in.

3.Details

Zoals in vorig hoofdstuk reeds aangehaald mogen de bouwschillen nog zo goed uitgevoerd worden als mogelijk, wanneer de detaillering van de aansluitingen en moeilijke punten niet terdege gerealiseerd worden zijn er qua koudebrug (condensatie, schimmelvorming, overdreven warmteverlies) en in de loop der tijd (vocht-, luchtdichtings- of constructieve) problemen te verwachten.

Onderstaand op tekening 1 vindt U een situering van de details met een verwijzing naar de desbetreffende hoofdstukken.



Situering details met verwijzing naar de desbetreffende hoofdstukken

In wat volgt zal bij het uittekenen van de details rekening worden gehouden met een plausibele schilopbouw uit vorig hoofdstuk. Hierbij werd telkens geopteerd voor één van de betere oplossingen tot het bekomen van de bouwschil.

Alle details vindt U terug in bijlage op schaal.

Muuropbouw :

1. Gevelsteen 10 cm
 2. Luchtspouw 3 cm
 3. Rotswolisolatie 28 cm
 4. Snelbouwmetselwerk 14 cm
 5. Bepkeistering 1 cm
- $U = 0,1196 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vloeropbouw volle grond isolatie boven draagvloer :

1. Keramische vloer 1 cm
 2. Chappe 7 cm
 3. Dampscherm PE-folie
 4. Vloerisolatie PUR 15 cm
 5. Dampscherm PE-folie
 4. Uitvullingschappe 5 cm
 5. Vloerplaat 12 cm
 6. Vochtfolie
- $U = 0,1497 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vloeropbouw volle grond isolatie onder draagvloer :

1. Keramische vloer 1 cm
 2. Chappe 7 cm
 3. Draagvloer 12 cm
 4. Vochtfolie PE-folie
 5. Vloerisolatie PUR 15 cm
 6. Vochtfolie PE-folie
- $U = 0,1505 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vloeropbouw boven kruipruimte :

1. Keramische vloer 1 cm
 2. Chappe 7 cm
 3. In situ gespoten PUR isolatie 16 cm
 4. Draagvloer uit welfsels 13 cm
- $U = 0,1525$

Platdak opbouw :

1. Dakbedekking
 2. PIR-isolatie 16 cm
 3. Dampscherm
 4. Hellingsbeton 3 - ... cm
 5. Draagvloer 18 cm
 6. Bepkeistering 1 cm
- $U = 0,1478$

Hellend dak opbouw traditioneel :

1. Dakbedekking
 2. Onderdak
 3. Keper
 4. Gordingen
 5. Rotswolisolatie tussen de keper en gordingen
 6. Luchtdichtingsfolie
 7. Draagspanten of -muren
- $U = 0,1487 \text{ W/m}^2\text{K}$

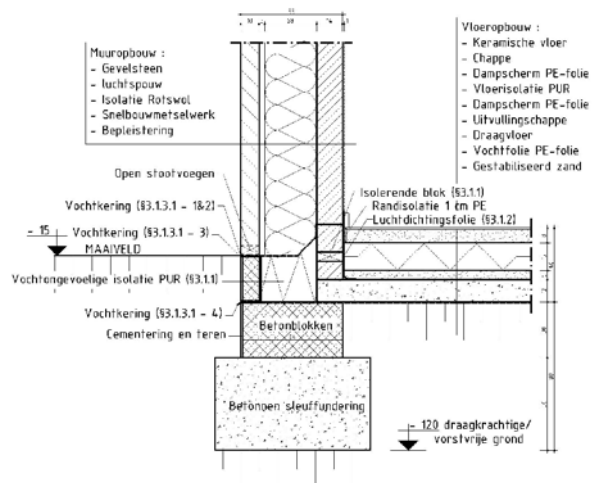
Hellend dak opbouw sarking :

1. Dakbedekking
 2. Onderdakfolie
 3. Sarkingsisolatie PIR 16 cm
 4. Luchtdichtingsfolie
 5. Keperspanten
- $U = 0,1507 \text{ W/m}^2\text{K}$

3.1.Aanzet spouwmuur

De aanzet van de spouwmuur is klassiek een complex detail. Er worden heden ten dage nog steeds fouten gemaakt bij de standaard opbouw, dit meestal ten koste van de isolatiewaarde of vochtdichtheid van de constructie.

Eén van de problemen bij dit detail is dat de isolatie dient onderbroken te worden om de draagmuur voldoende steun te geven (behalve wanneer de isolatie onder de algemene funderingsplaat wordt geplaatst). Hier dient dan een isolerende, draagkrachtige blok gebruikt te worden om dit te ondervangen (cellenglas, cellenbeton, ...). Een andere oplossing bestaat erin de isolatie over een bepaalde diepte door te trekken naar de fundering toe, om zo de koudebrugwerking kan best de streefwaarde van $\psi < 0,01 \text{ W/mK}$ niet overtreffen.



Detail 1: Aanzet spouwmuur volle grond

Tevens verdient de aansluiting van de verschillende luchtdichte delen (wand (*bepleistering*) en vloer (*betonplaat*)) bijzondere aandacht. Hiervoor zal een folie deze verbinding van de luchtdichtheid moeten verzekeren.

Vocht is bij dit detail een beduchte vijand en dient dan ook ten alle tijden buiten gehouden te worden. Opstijgend vocht is één van de zaken waar veel mensen reeds onaangename ervaringen mee hebben. Hierdoor dient er voldoende aandacht te worden besteed aan de plaatsing van de vochtfolies en aanzethoogte van het pleisterwerk.

Samengevat zullen de details besproken worden op volgende criteria :

- Thermische oplossingen
- Realisatie luchtdichtheid
- Vermijden van vochtinfiltratie / opstijgend vocht

3.1.1. Thermische oplossingen

Het is vooral zaak om de isolatie van de verschillende schildelen zo ver mogelijk door te trekken om een zo goed mogelijke koppeling te maken. Onder de vochtkering dient men echter voor de spouwisolatie over te stappen naar vochtongevoelige, niet-capillaire en rotbestendige isolatie. Dit is belangrijk om te voorkomen dat er ter hoogte van de koppeling van de schildelen een extra verlies aan isolatiewaarde is ten gevolge van het nat worden van de isolatie, wat in deze positie onvermijdelijk is.

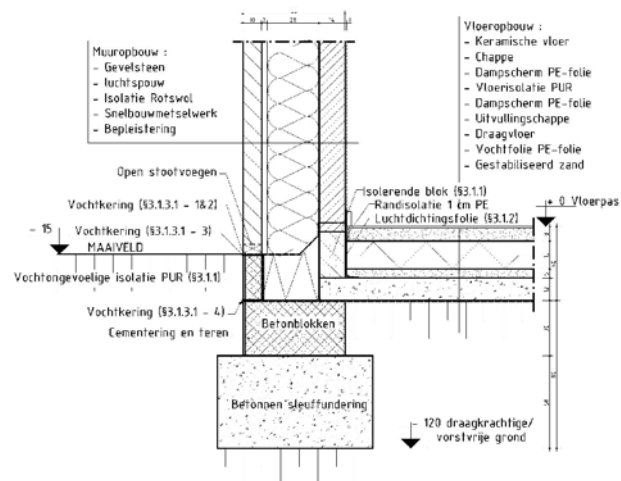
Anderzijds zal onder het dragend metselwerk een isolerende, draagkrachtige blok dienen geplaatst te worden tot koppeling van de isolatie van de spouwmuur en de vloer. Onderstaand vindt U de bruikbare materialen hiervoor.

3.1.1.1. Cellenbeton

De cellenbetonblok heeft een isolatiewaarde van $0,1 - 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$ met een draagkracht van 3 tot 5 N/mm^2 . Met deze verminderde draagkracht dient rekening te worden gehouden bij het ontwerp van het gebouw om verlies van stabiliteit of overdreven vervormingen te vermijden.

Bij de verwerking dient erop gelet te worden dat de blokken voldoende uitgedroogd zijn na de productie, zoniet zou bij latere uitdroging de krimp van de blokken scheuren in het bovenliggend metselwerk kunnen veroorzaken.

Een nadeel van cellenbeton is dat de isolatiewaarde sterk verminderd wordt wanneer deze nat wordt. In de geplaatste positie is de mogelijkheid er dat deze nat wordt. Dit nadeel dient zodoende ook meegenomen te worden in de beoordeling.



Detail 2: Aanzet spouwmuur volle grond met cellenbeton

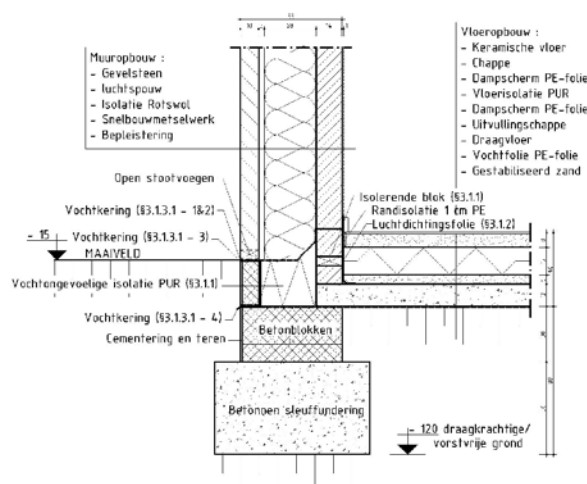
Het geniet de voorkeur een volle blok (hoogte 25 cm) te verwerken als eerste laag metselwerk, het afslijpen geeft toch enkel negatieve thermische gevolgen en extra werk. (zie detail 2)

Door de mindere isolatiewaarde van de cellenbetonblok zal er een warmtestroom ontstaan door de cellenbeton dewelke de vloerisolatie ontwijkt. Hierdoor heeft deze oplossing een mindere thermische uitkomst dan cellenglas.

3.1.1.2.Cellenglas

Dit materiaal verzekert een redelijke isolatiewaarde ($0,050 \text{ W/m}^2\text{K}$) met een bruikbare draagkracht ($0,45 \text{ N/mm}^2$), waardoor dit materiaal zich ideaal leent voor de koudebrugoplossingen. De cellenglas blok moet steeds geplaatst worden ter hoogte van het midden van de te onderbreken isolatie. De blokken zijn verkrijgbaar in een dikte van 5 en 10 cm.

Er dient bij het ontwerp wel rekening te worden gehouden met deze maximale draagkracht van deze blokken om verlies van stabiliteit en overdreven indrukking van de blokken te vermijden. De draagkracht is beduidend minder dan deze van cellenbeton.

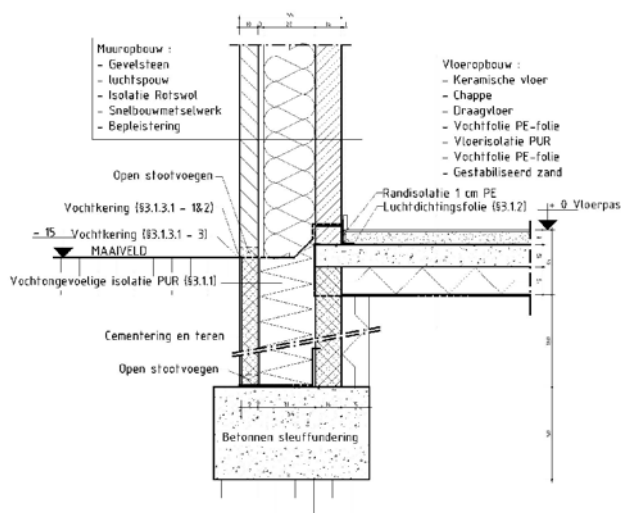


Detail 3: Aanzet spouwmuur volle grond met cellenglas

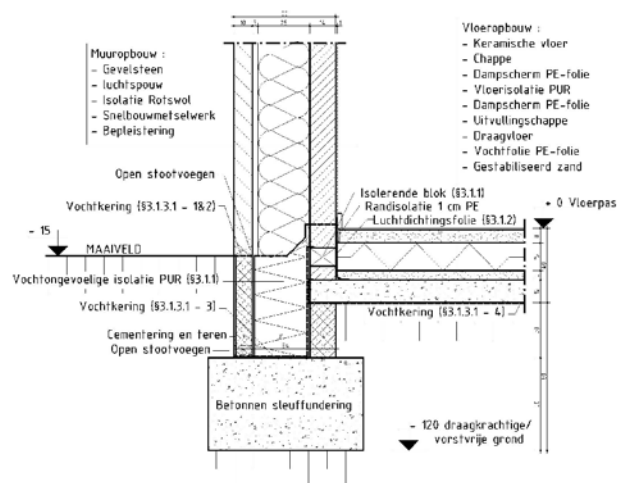
3.1.1.3.Dieper doortrekken van de isolatie

Bij dit detail, enkel mogelijk bij volle grond en plaatsing van de isolatie onder de draagvloer, zal de binnenste funderingsmuur langs 2 zijden ingepakt worden met vochtongevoelige isolatie (zie detail 4), met als doel eenzelfde warmteverlies te bekomen als met voorgaande thermische oplossingen. Bij de berekening blijkt echter dat hier een funderingsdiepte van min. 1.8 m nodig is om een gelijkaardig warmteverlies te bekomen.

Gezien de extra kosten voor uitgraving, metselwerken en grote moeilijkheid van werken kunnen wij deze methode aanzien als een niet afdoende en niet economische vorm tot oplossing van dit probleem. Bijkomend komt dan nog dat men op zulke diepte zal overschakelen op fundering op kruipruimte, dewelke de plaatsing van isolatie onder de draagvloer bemoeilijken (wordt in de praktijk niet toegepast, behalve in renovatie)



Detail 4: Aanzet spouwmuur dmv dieper doortrekken van de isolatie

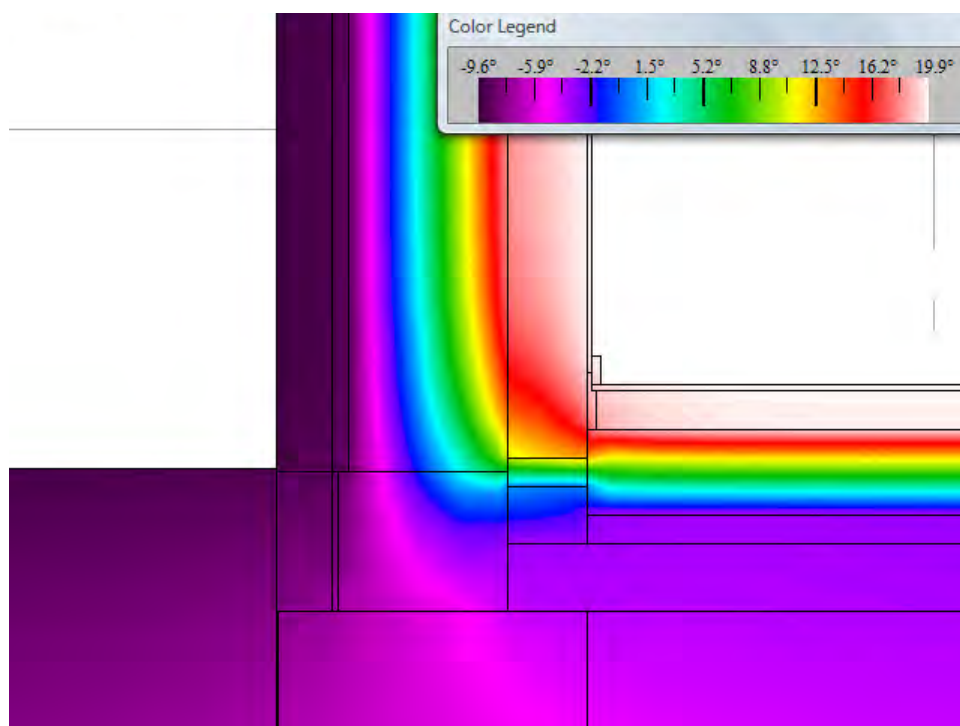


Wel mogelijk om het warmteverlies te beperken is de isolatie door te trekken tot op de funderingsvoet, supplementair op het plaatsen van hierboven beschreven oplossingen (cellenbeton of cellenglas). Hierdoor zal het warmteverlies via dit detail verminderd worden. (zie detail 5)

Zie waarden in tabel 1

Detail 5: Aanzet spouwmuur met cellenglas, isolatie doorgetrokken tot op de funderingsvoet

3.1.1.4. Samenvatting en kostprijs



Figuur 1: Temperatuurverloop in aanzet spouwmuur op volle grond met cellenglas 5 cm

Uit bovenstaande figuur blijkt dat de temperatuur van de binnenzijde van de muur dusdanig hoog blijft, zodat er geen gevaar bestaat voor schimmelvorming.¹²

¹² De berekeningswijze voor de bepaling van een al of niet problematische situatie vindt U in bijlage.

AANZET SPOUWMUUR	Ψ -waarde W/mK	extra kostprijs tov zonder isolatie €/lm
Volle Grond		
Snelbouw	0,0293	0
Perinsule 5 cm dikte (D 3.1.1)	-0,0021	14,49
onder vloerplaat (D 3.1.3)	0,0109	14,49
Perinsule 10 cm dikte (D 3.1.1)	-0,0163	26,08
onder vloerplaat (D 3.1.3)	0,0029	26,08
isolatie doorgetrokken tot funderingszool (D 3.1.6)	-0,0310	72,52
Ytong 25 cm hoog (D 3.1.2)	0,0066	5,63
onder vloerplaat (D 3.1.4)	0,0099	5,63
Doortrekken van isolatie (D 3.1.5)	0,0290	55,06
Doortrekken van isolatie 180 cm (D 3.1.5)	-0,0230	1478,66
Kruipruimte		
Snelbouw	0,0183	
Perinsule 5 cm dikte (D 3.1.7)	-0,0045	14,49
Perinsule 10 cm dikte (D 3.1.7)	-0,0155	26,08
isolatie doorgetrokken tot funderingszool (D 3.1.9)	-0,0690	118,2
Ytong 25 cm hoog (D 3.1.8)	0,0028	5,63
Kelder		
Perinsule 5 cm dikte (D 3.1.10)	-0,0073	14,49
Perinsule 10 cm dikte (D 3.1.10)	-0,0087	26,08
Ytong 25 cm hoog	0,0158	5,63

Tabel 14: ψ -waarden en kostprijs aanzet spouwmuur

Uit tabel 1 blijkt duidelijk dat het plaatsen van een minimale isolatie onder draagmuur afdoende is om aan de streefwaarde van $\psi < 0,01$ W/mK te voldoen. Echter dient bij de isolatie onder de draagvloer en gebruik van cellenglas minimaal 10 cm dikte geplaatst te worden om deze waarde te bekomen.

Beide oplossingen zijn elk op hun detail het betere isolerende materiaal. Echter moeten we ook wel de bedenking hierbij maken dat cellenbeton, wanneer in contact met vocht, veel van zijn isolerende waarde verliest. Hierdoor kan men stellen dat cellenglas als oplossing hier de betere oplossing is.

3.1.2.Luchtdichtheid

Om de luchtdichtheid te garanderen dient de aansluiting tussen de 2 luchtdichte delen, met name de bepleistering voor de wand en de betonplaat voor de vloer verbonden te worden door een luchtdichte folie.

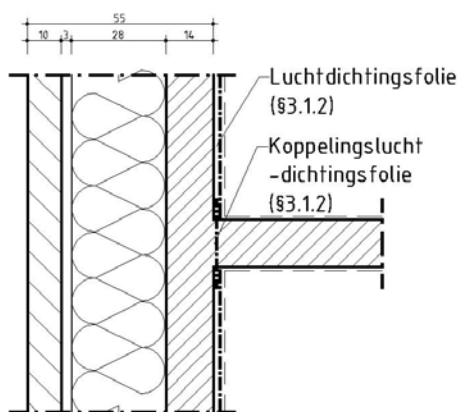
Hiervoor zijn reeds enkele folies in de handel verkrijgbaar.

Deze folies kunnen ofwel verlijmd worden op de betonplaat en dan door middel van een gaas in de bepleistering gewerkt worden of aan zowel de betonplaat en de muur verlijmd worden en het pleisterwerk hier voldoende ver over te laten doorlopen. Om een gemakkelijke verwerking is het wenselijk steeds de luchtdichtingsfolie te verlijmen met de muur zodat de band met pleistergaas op de gewenste plaats blijft tijdens de pleisterwerken.

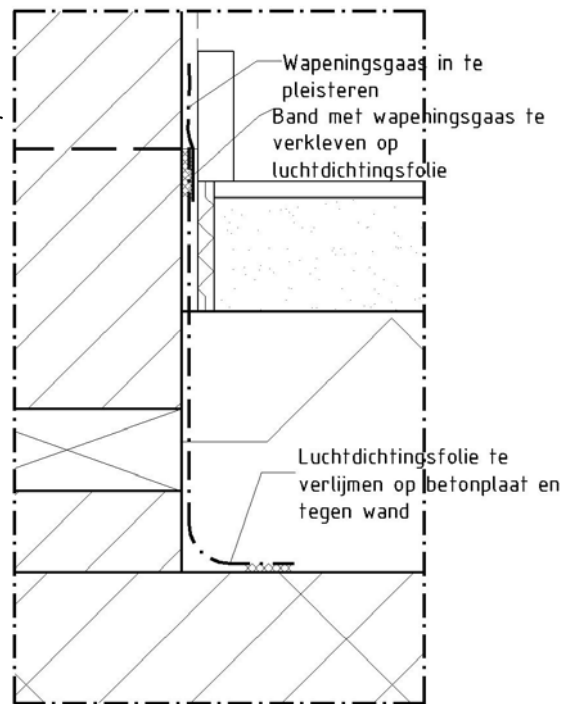
De kosten van de folies vallen behoorlijk mee (circa € 3,50/m² materiaalkost) echter de plaatsingskosten kunnen behoorlijk oplopen. Deze werken zullen zeer secuur moeten worden uitgevoerd om een voldoende luchtdichtheid te bekomen. Correctie is wel nog mogelijk na de blowerdoortest zal plaatsvinden na de pleisterwerken en voor de chappewerken.

Extra aandacht dient ook geschonken te worden aan de aansluiting aan dwarse muren dewelke aansluiten tegen de spouwmuur waardoor een opening in de luchtdichtingsfolie ontstaat dewelke kan zorgen voor luchtlekken.

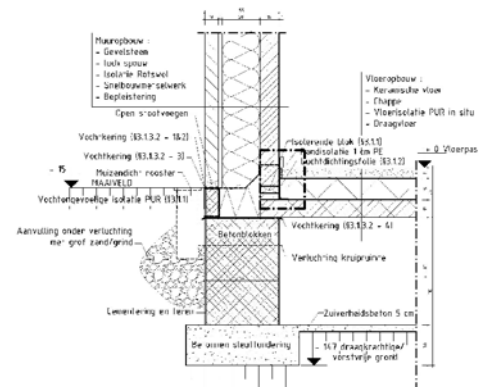
Veronderstellen dat wanneer de luchtdichtingsfolie tegen de binnenmuur verlijmd wordt, deze afdoende luchtdicht is, is vrij riskant. Wanneer hier een lekkage vastgesteld wordt is deze vrij moeilijk te herstellen. Beter is een koppelingsfolie in te werken aan de binnenzijde van het binnenspouwblad en de dwarse binnenmuur (zie detail 7). Hierdoor kan de luchtdichtheid beter gegarandeerd worden.



Detail 7: Aansluiting dwarse muur met spouwmuur ivm luchtdichting



Detail 6: Luchtdichtingsfolie aansluitingen



Situering detail 6



Foto 1: Voorbeeld van pleistergaas voor luchtdichting

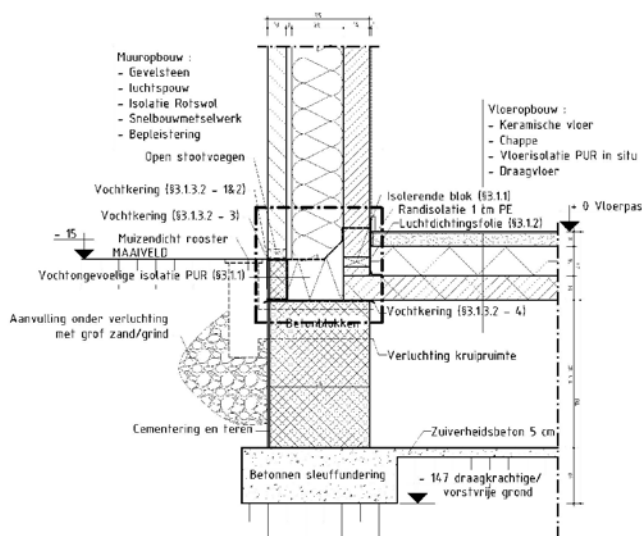
3.1.3.Vocht

Ter voorkoming van vochtproblemen dienen er op verscheidene plaatsen vochtkeringen geplaatst te worden. Door op verschillende posities een “waterdicht scherm” te plaatsen zullen volgende problemen vermeden worden :

1. Opstijgend vocht in het binnenspouwblad
 - enerzijds door het binnenspouwblad zelf
 - anderzijds door het pleisterwerk
 - door vocht uit de spouw
2. Vochtinfiltratie in de vloer
 - via betonplaat
 - via binnenspouwblad
3. Opstijgend vocht in het buitenspouwblad
 - dit door water dat zowel van op als onder het maaiveld in aanraking komt met het buitenspouwblad
4. Ophoping van vocht in de spouw
 - door condensatie en ophoping van vocht achteraan het buitenspouwblad.

Voor het bekomen van het vochtscherm zijn verscheidene afdichtingsmembranen in de handel verkrijgbaar bestaande uit verschillende materialen (PE,PVC,PIB,Butylrubber,Bitumenglasvezel en EPDM), telkens met elk hun verschillende eigenschappen. Allen zijn anticapillaire membranen met gewafelde oppervlakken hetwelk zorgt voor een verbeterde hechting van de mortel.

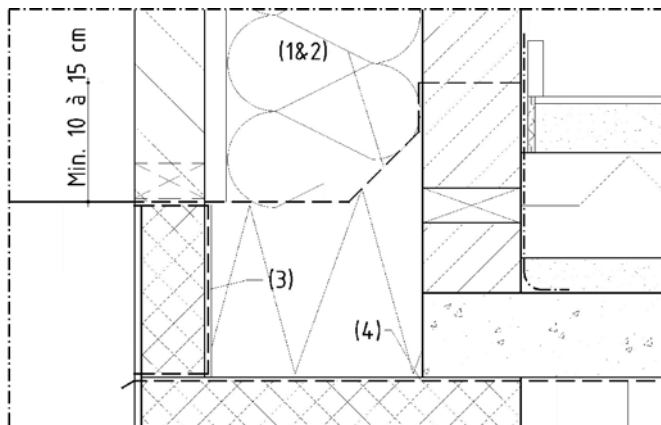
Voor de positie van de vochtschermen zal er een onderscheid moeten worden gemaakt tussen de verschillende funderingsvormen. Onderstaand zijn deze uitgewerkt.



Situering detail 8,9 & 10

3.1.3.1. Volle grond

Men dient hier de waterdichting te verzekeren door het plaatsen van minimum 3 afdichtingsmembranen. De nummers zijn terug te vinden op de details 8



Detail 8: Vochtkering fundering op volle grond

1. Ter hoogte van het maaiveld dient de bovenste te vertrekken in de gevelsteen. Deze dient dan omhoog geplaatst te worden en in de snelbouw ingewerkt te worden waardoor de afvoer van het spouwvocht verzekerd wordt. Het geniet evenwel de voorkeur de isolatie beneden deze vochtkering af te schuiven naar buiten toe om een gemakkelijker verwijderen van het spouwvocht te verzekeren. In het buitenspouwblad boven deze vochtkering dienen dan ook open stootvoegen voorzien te worden ter verwijdering van het spouwvocht. Indien mogelijk geniet het de voorkeur om ter hoogte van de plint in de snelbouw te komen zodanig dat deze vochtkering, wanneer doorgetrokken in de snelbouw,

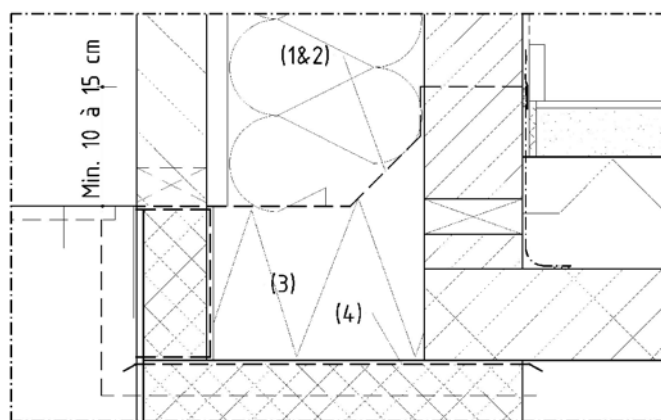
ineens kan dienstdoen als waterkering in de binnenmuur. Het hoogteverschil tussen de binnen en buitenzijde dient minimum 10 à 15 cm te zijn.

2. In het binnenspouwblad dient, indien dit niet reeds gebeurd is door de 1e vochtkering, achter de plint een vochtkering geplaatst te worden over het gehele binnenspouwblad en minimum 1 cm uitstekend naar binnen toe, met als doel het pleisterwerk hiertegen te laten stoppen. Door het aanbrengen van de luchtdichtingsfolie zal deze bij de aanvang van de pleisterwerken niet meer in het zicht zijn en zal er hierdoor door het pleisterwerk geen contact meer kunnen gemaakt worden met het metselwerk onder de vochtkering. Er dient wel op gelet te worden dat het pleisterwerk niet tot op de vloerafwerking reikt omdat anders het water van het poetsen hier kan leiden tot opstijgend vocht in het pleisterwerk.

3. Om vochtdoorsijpeling naar binnen vanuit het maaiveld te vermijden dient de gevelsteen / betonblokken te worden "ingepakt".

4. De laatste vochtkering is de vochtkeringslaag van onder de betonplaat dewelke doorgetrokken dient te worden tot onder de gevelsteen. Deze dient als eerste barrière voor optrekkend vocht vanuit de ondergrond. Deze wordt gebruikelijk met een standaard bouwfolie in PE gerealiseerd.

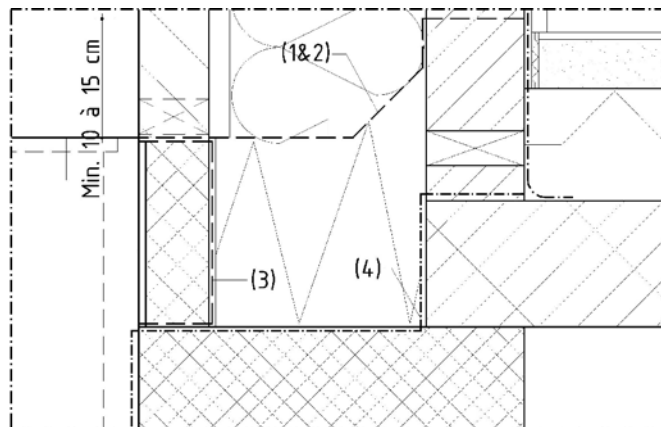
3.1.3.2. Kruipruimte



Detail 9: Vochtkering fundering met kruipruimte

Deze details hebben maar 1 verschil met het detail op volle grond, namelijk de 4^{de} vochtkering wordt, omdat er onder de vloerplaat van de kruipruimte geen vochtkering wordt geplaatst, vervangen door een afdichtingsmembraan doorlopend over de breedte van de funderingsmuur. Zie detail 9.

3.1.3.3.Kelder



Detail 10: Vochtkering fundering met kelder

Bij de aansluiting van de kelder dient men ook rekening te houden met de waterdichting van de kelder. Hierdoor zal men de voorkeur nemen om een vochtkering te verlijmen (branden) op de funderingsmuur ter hoogte van het buitenspouwblad en dan omhoog op de betonplaat ter hoogte van het binnenspouwblad. Hiervoor maakt men meestal gebruik van het branden van een roofingstrook of het verlijmen van een EPDM-strook.

3.1.3.4.OPMERKING :

Ter voorkoming van het optrekken van het opspattend vocht in de gevelsteen kan er in één van de lagen boven de open stootvoegen nog een laag vochtkering verwerkt worden. Hierdoor zal het vocht van de onderste lagen zich niet affekenen naar boven toe

3.2.Aanzet binnenmuur

Dit detail zal, omdat het maar 1 schildeel doorbreekt, eenvoudigere oplossingen hebben. Echter dient aan dezelfde 3 voorwaarden te worden voldaan :

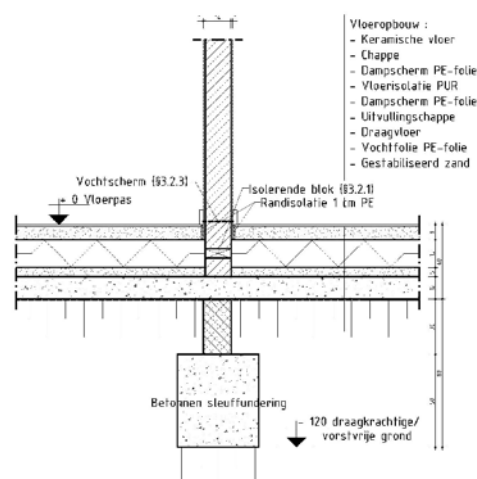
1. Thermische kwaliteit
2. Luchtdichtheid
3. Vochtbestendigheid

3.2.1. Thermische oplossingen

Hier stelt zich exact hetzelfde probleem als bij de aanzet van de spouwmuur, namelijk de thermische schil wordt onderbroken door de binnenmuur. Hierdoor komen dezelfde oplossingen hiervoor in aanmerking. Hierbij dient bij de keuze rekening te worden gehouden met de benodigde draagkracht van de muur, hetwelk in praktijk veel kan verschillen afhankelijk of dit al dan niet een draagmuur is.

Qua positie geldt dezelfde regel als bij de spouwmuur, men dient zoveel mogelijk de koudebrugoplossing in het midden van de isolatie te positioneren.

Er dienen zich dezelfde 2 doenbare oplossingen aan, namelijk cellenbeton- en cellenglasblok. De beschrijving hiervan vindt U terug in het hoofdstuk omtrent de aanzet van de spouwmuur (§ 3.1.1).



Detail 11: Aanzet muur op volle grond met cellenglas

AANZET BINNENMUUR		Ψ-waarde	extra kostprijs tov zonder isolatie
		W/mK	€/lm
Volle Grond			
Snelbouw		0,1001	0
Perinsule 5 cm dikte (D 3.2.1)		0,0560	14,49
onder vloerplaat (D 3.2.3)		0,0626	14,49
Perinsule 10 cm dikte (D 3.2.1)		0,0192	26,08
onder vloerplaat (D 3.2.3)		0,0314	26,08
Ytong 25 cm hoog (D 3.2.2)		0,0525	5,63
onder vloerplaat (D 3.2.4)		0,0580	5,63
Kruipruimte & Kelder			
Snelbouw		0,1405	0
Perinsule 5 cm dikte (D 3.2.5) & (D 3.2.7)		0,0621	14,49
Perinsule 10 cm dikte (D 3.2.5)		0,0368	26,08
Ytong 25 cm hoog (D 3.2.6)		0,0915	5,63

Tabel 15: Ψ-waarden en kostprijs aanzet binnenmuur

Uit tabel 2 blijkt dat de streefwaarde van $\psi < 0,01$ W/mK bij dit detail niet haalbaar is. Dit zou het vermoeden kunnen scheppen dat dit detail een mindere thermische oplossing heeft dan bijvoorbeeld de aanzet van de spouwmuur, niets is echter minder waar. De hoge ψ -waarden zijn te wijten aan een onvolkomenheid in de berekening van de ψ -waarde. Bij het berekenen van een hoekaansluiting worden steeds de buitenmaten gehanteerd voor het berekenen van het totale verlies zonder koudebrug (overlapping wordt in principe als dubbel geïsoleerd berekend), bij een aansluiting in één vlak heeft men zo geen punt waardoor de waarden hoger liggen. Men kan dus stellen dat de beoordeling van de verschillende details met elkaar op basis van de ψ -waarde niet mogelijk is, wel is het beoordelen van dezelfde details mogelijk. Meer uitleg omtrent de berekening van de ψ -waarde vindt U terug in bijlage

De oppervlaktetemperaturen geven vrij hoge waarden waardoor geen problemen te verwachten zijn met condensatie en schimmelvorming.

3.2.2. Luchtdichtheid

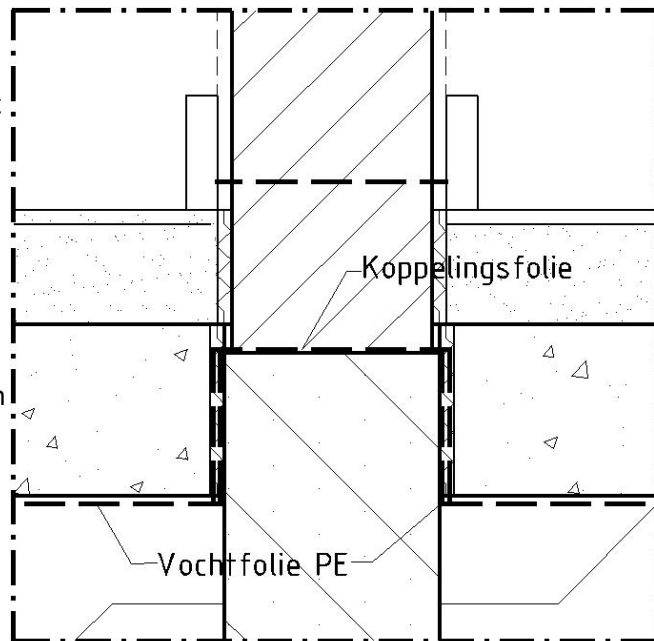
Qua luchtdichtheid is dit een zeer eenvoudig detail. In bijna alle gevallen loopt de draagvloer (betonplaat) onder de binnenmuur door, zodoende dat het luchtdichtheidsscherm niet wordt onderbroken.

Enkel in het geval de betonplaat, bij fundering op volle grond, tussen de muur wordt gegoten wordt dit scherm onderbroken. Bij dit detail zal er een koppeling dienen voorzien te worden tussen de 2 betonplaten.

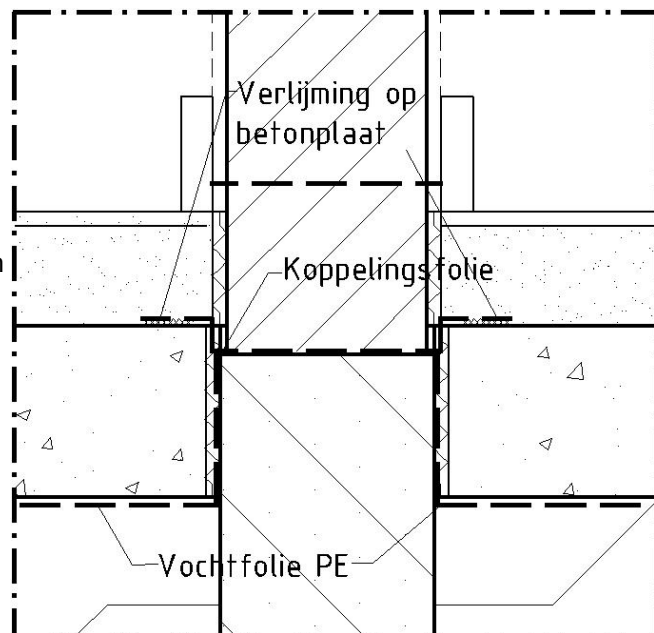
Deze zou kunnen bekomen worden door het koppelen van één van de vochtfolies met elkaar. Hierbij dient wel zeer streng gelet te worden op de voegen van deze vochtfolie, zodat deze minimaal over een afstand van 40 cm verkleefd zijn in plaats van standaard overlapt. (zie detail 12)

Een eenvoudigere oplossing kan eruit bestaan een luchtdichtingsfolie te verkleven op beide betonplaten en hierdoor de koppeling te realiseren. Hierbij heeft men als voordeel dat men bij de luchtdichtheidsmeting nog bij de voeg kan om deze eventueel te verbeteren. (zie detail 13)

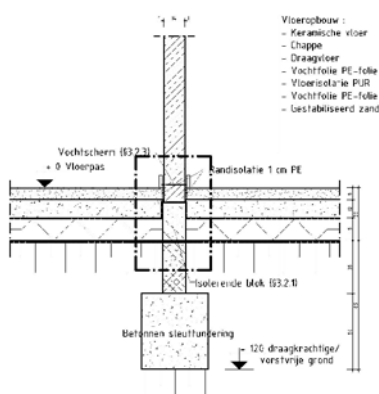
Bij beide details moet men rekening houden met de mogelijkheid dat de betonplaat afzonderlijk van de muur gaat werken waardoor een te strak geplaatste folie zou kunnen scheuren. Hierdoor zal een speling moeten voorzien worden bij het plaatsen van de koppelingsfolie.



Detail 12: Luchtdichting aanzet muur



Detail 13: Luchtdichtheid aanzet muur verlijming op betonplaat



Situering details 12 en 13

3.2.3.Vocht

Bij dit detail wordt het vochtprobleem sterk vereenvoudigd. Het enige vocht waar men hier voor beducht moet zijn is het opstijgend vocht. De bron van het vocht kan tweeledig zijn, het kan namelijk uit de ondergrond komen of het kan zich ter hoogte van de vloer situeren (kuisvocht en derg.).

Voor de correcte oplossing dienen hier wederom de verschillende funderingsvormen afzonderlijk bekeken te worden.

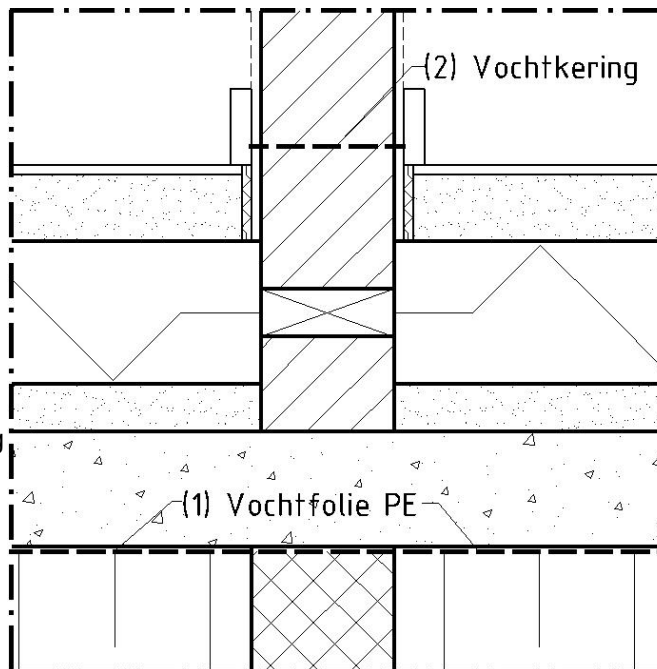
3.2.3.1.Volle grond

Over het algemeen is dit detail qua vochtkering zeer eenvoudig.

De vochtfolie, dewelke onder de vloerplaat geplaatst wordt, vormt de eerste vochtkering tegen het opstijgend vocht vanuit de ondergrond (zie (1) detail 14)

Ter hoogte van de vloerafwerking dient er dan nog een vochtkering geplaatst te worden om het vocht van hieruit te blokkeren. Dit gebeurt door een vochtkering net boven de afgewerkte vloer te plaatsen over de gehele breedte van de muur. (zie (2) detail 14)

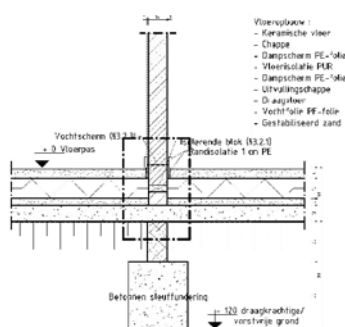
Wanneer de vloerplaat niet onder de muur doorloopt dient er wel voor gezorgd te worden dat de vochtfolie wel doorloopt of dat hiervoor een koppeling voorzien wordt.



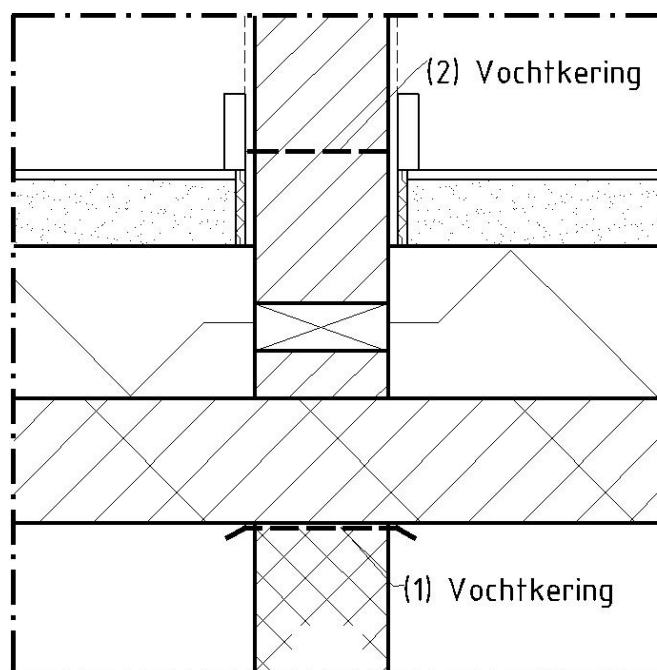
Detail 14: Vochtkering aanzet muur op volle grond

3.2.3.2.Kruipruimte

Het enige verschil met het detail op volle grond is dat de vochtkering (1) vervangen wordt door een vochtkering dewelke enkel over de breedte van de muur doorloopt aangezien er onder de vloerplaat van een kruipruimte geen gehele vochtfolie wordt voorzien. (zie detail 15)



Situering details 14, 15 en 16

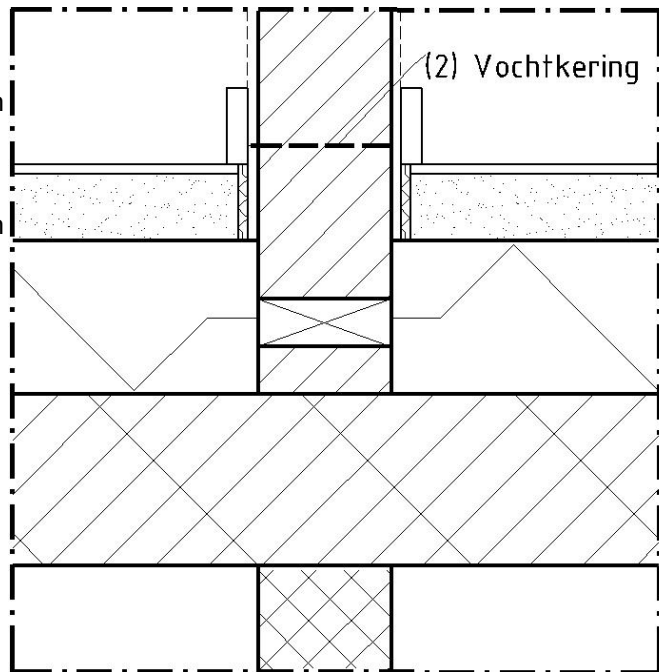


Detail 15: Vochtkeringen aanzet muur op kruipruimte

3.2.3.3. Kelder

Bij de aanzet van de binnenmuur bovenop de kelder muur heeft men niet te lijden van opstijgend vocht vanuit de ondergrond. Men mag de kelder namelijk als droog beschouwen. In de praktijk zal er wel een vochtfolie geplaatst worden om de draagvloer afzonderlijk van de muur te laten werken.

De vochtkering (2) blijft behouden voor het vocht inkomend van het vloerniveau.



Detail 16: Aanzet binnenmuur boven kelder

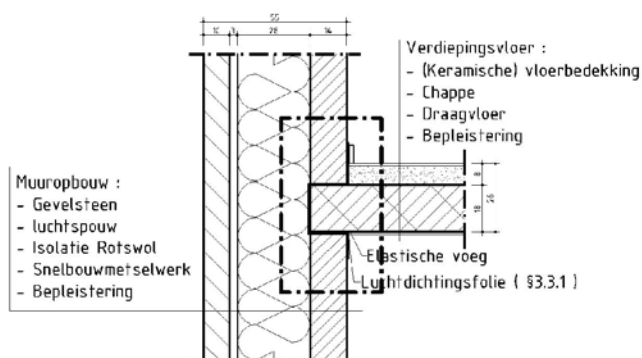
3.3. Verdiepingsvloer

Bij dit detail wordt maar 1 van de 3 factoren doorbroken, zodoende hoeft hier alleen de luchtdichtheid van het detail bekeken te worden.

De thermische schil kan gewoon doorlopen en heeft zodoende geen verdere aandacht nodig. De verdiepingsvloer mag dan wel slechts gelijk met de spouwzijde van het binnenspouwblad komen, in geen geval mag deze verder in de spouw komen. De isolatie moet hier gewoon kunnen doorlopen.

Qua vocht geeft dit detail geen problemen. Er dient om geen enkele reden contact te worden gemaakt tussen het binnenspouwblad en het buitenspouwblad, waardoor er geen vochtproblemen te verwachten zijn.

Om scheuren te voorkomen in de overgang van draagvloer naar de muur kan men best een elastische kitvoeg plaatsen ter hoogte van deze overgang.



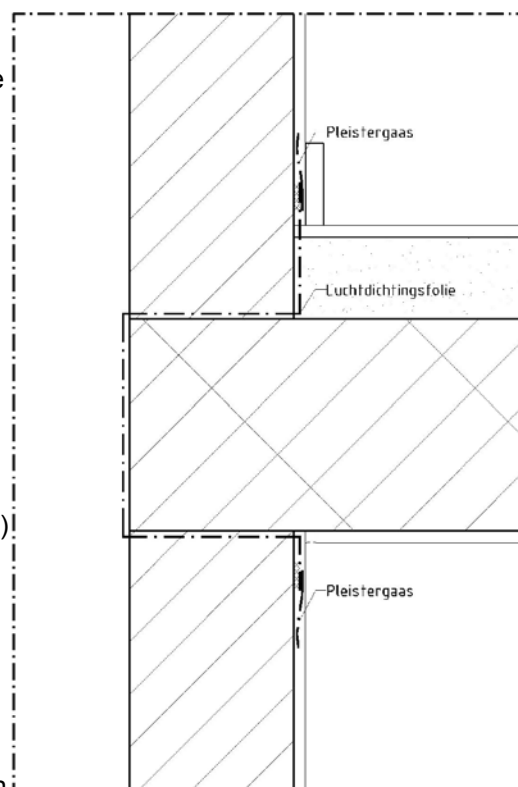
Detail 17: Verdiepingsvloer + situering detail 18

3.3.1. Luchtdichting

Doordat de verdiepingsvloer de luchtdichte laag van de wand doorboort (bepoelstering) dient men hier extra aandacht aan te schenken. De draagvloer zal het pleisterwerk doorboren, daar de aansluitingen tussen de wand en de betonplaat niet afdoende luchtdicht beschouwd kunnen worden, dient men dit detail te bekijken. Het niet afdoende luchtdicht zijn van de aansluiting komt voornamelijk door de folie tussen de wand de muur, en doordat de muur niet altijd even "vol" gemetseld is bovenop de draagvloer.

Door deze mogelijke lekken kan er best gekozen worden een luchtdichtingsfolie te plaatsen rond de betonplaat dewelke zowel onder als boven de draagvloer wordt ingewerkt met het pleisterwerk van de wand aan de hand van een pleistergaas. (zie detail 18)

Bepaalde fabrikanten van harde isolatiematerialen beweren dat het afkleven van de isolatie aan de buitenzijde van de isolatie afdoende is om een voldoende luchtdichting te bekomen. Een paar bedenkingen zijn hier wel te maken. Ten eerste worden de randen afgekleefd met een tape, dewelke in de loop der tijd en onder invloed van temperatuur en vocht kan lossen waardoor de duurzaamheid van de constructie in vraag dient gesteld te worden. Hierbij dient ook de vraag gesteld te worden dat misschien ter plaatse van de verdiepingsvloer alle naden luchtdicht zijn (bij aanvang), echter er zijn steeds naden dewelke niet afgetaped kunnen worden, bijvoorbeeld aan de aanzet boven de vochtkering zal men geen tape kunnen plaatsen. Ten tweede indien bij de blowerdoortest wordt vastgesteld dat hier een probleem stelt kan deze enkel nog door lapmiddelen (kit en derg.) worden opgelost. De voorzichtigheid zegt dan om beter een extra luchtdichtingsfolie te plaatsen ter voorkoming van de eventuele problemen.



Detail 18: Luchtdichtingsfolie aan verdiepingsvloer

3.4.Aansluiting muur – hellend dak

Bij deze aansluiting van schildelen wordt de hoeveelheid te verwerken vocht in grote mate verhoogd ten opzichte van de aanzet van de muur. Al het water van het hellend dak zal hier namelijk langslopen. Hierdoor zal er zeer goed zorg moeten gedragen worden voor de waterdichtheid van de aansluiting. Het afvoeren van het vocht zal geschieden door middel van een goot, dewelke zowel een hang- als een bakgoot kan zijn. Beide aansluitingen zullen in onderstaand hoofdstuk besproken worden.

De dakopbouw kan zowel als sarkingdak met keperspanten als geïsoleerd tussen een traditionele timmerdak opgevat worden. Beide zullen hier bekeken worden.

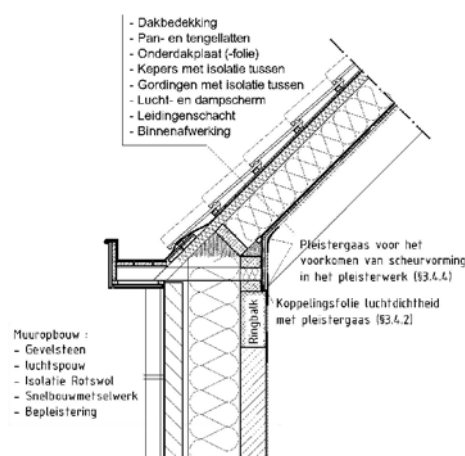
Een van de grote problemen bij dit detail is dat het steeds 2 verschillende materialen onder verschillende belastingen samenvoegt. Hierdoor zullen alle aansluitingen rekening moeten houden met een bepaald verschil in zetting

Voor de thermische kwaliteiten moet men zoveel mogelijk van de isolatiedikte behouden bij het aansluiten met de muur. Hiervoor zullen extra maatregelen moeten getroffen worden om dit te bekomen. Voordeel is dat geen dragend onderdeel dient gekruist te worden met de isolatieschil waardoor de standaard isolatiematerialen bruikbaar blijven.

Voor een voldoende luchtdichtheid dient het pleisterwerk van de muur naadloos aan te sluiten aan de luchtdichtingsfolie van het hellend dak. Hierbij dient dan ook rekening gehouden te worden met het mogelijk verschil in zettingen.

Constructief dient er ook rekening gehouden te worden met het feit dat de draagstructuur van het dak een grotere spouw dient te overbruggen dan standaard het geval is.

Voor alle details dienen zowel de langs- als kopgevels bekeken te worden.

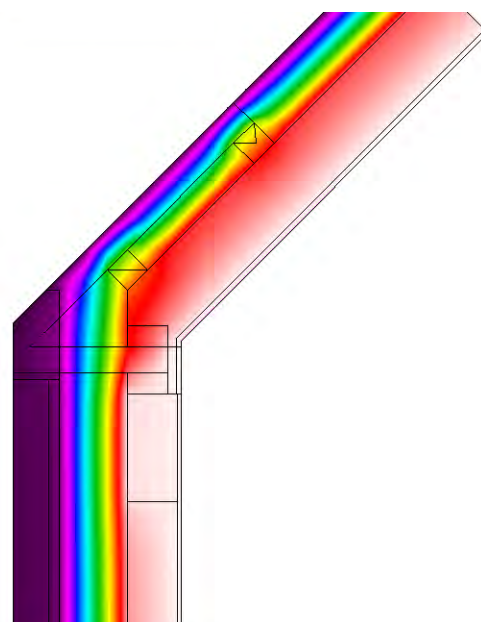


Detail 19: Aansluiting spouwmuur - hellend dak met bakgoot langse snede

3.4.1. Thermische kwaliteiten

3.4.1.1. Langse gevel

In alle gevallen kan de isolatie, mits een minimale aandacht bij de uitvoering, gewoon doorlopen. Hierdoor zijn geen problemen te verwachten voor het behalen van de nodige ψ -waarde.



Figuur 2: Warmteverloop aansluiting langs sarkingisolatie

Om alle isolatie perfect te kunnen aanbrengen is het aangewezen, voor de plaatsing van onderdak, de aansluiting tussen de isolatie van het dakvlak en de spouwmuur te controleren en waar nodig te verbeteren. Bij sommige details zal het zelfs de enige mogelijkheid zijn om in bepaalde zones isolatie te plaatsen. Het plaatsen van isolatie vanuit deze positie laat toe steeds een volledig en correct beeld te krijgen van de aansluiting van de platen in deze zones. De rest van het dakvlak kan van binnenuit geïsoleerd worden. Bij Sarkingsisolatie is dit geen probleem daar de isolatie daar sowieso vanuit deze positie wordt geplaatst.

Bij de aansluiting van de gevel met het dak met sarkingisolatie geven de benodigde kepers, ter plaatsing van de goot, een hogere ψ -waarde van het detail. (zie figuur 3)



3.4.1.2.Kopgevel

Bij de kopgevel kan, indien het binnenspouwblad niet dient door te lopen om constructieve redenen, de isolatie van het dak doorlopen. Indien het binnenspouwblad om constructieve redenen dient door te lopen dient dit minimaal uitgevoerd te worden met een isolerende blok (cellenbeton) of onderbroken te worden met cellenglas. Het gebruik van cellenglas is in dit geval, door de geringe dikte, zeer moeilijk daar dit dan in trapvorm mee met de helling van het dak mee dient verwerkt te worden. Daar dit een zeer moeilijke werkmethode is, is deze niet meegenomen in de berekeningen.

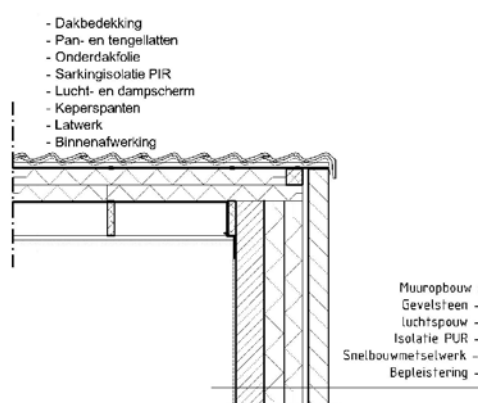
Bij een traditioneel opgebouwd dak kunnen de gordingen doorlopen tot aan de buitenzijde van de isolatie waardoor het volledige isolatiepakket doorloopt over de muur (zie detail 20). Een andere optie is om een cellenbetonblok te plaatsen waar de gordingen kunnen op dragen. Men dient er dan wel rekening mee te houden dat de panlatten een grote uitkraging hebben (spouw+gevelsteen) of men dient een zijdelingse oversteek te maken ter hoogte van de kepers om deze uitkraging van de panlatten te beperken.

Bij sarkingisolatie zal de isolatie steeds doorlopen over het binnenspouwblad (daar de isolatie bovenop het spant zit), Enkel dient rekening te worden gehouden met de grote uitkraging van de panlatten. Een goede optie hiervoor is om hier met kepers in de dikte van de isolatie met een latwerk een zijdelingse oversteek aan het spant te maken. Hiermee wordt de ψ -waarde wel opgedreven, echter is men zeker van een stabiele constructie. (Zie detail 21)

Figuur 3: kepers ter bevestiging van de goot (bron : www.massiefpassief.be)



Detail 20: Kopgevel aansluiting gevel-dak traditionele timmer



Detail 21: Kopgevel aansluiting gevel-dak sarkingisolatie

3.4.1.3. ψ -waarden

Aansluiting muur – hellend dak	
	Ψ -waarde W/mK
Langse gevel	
Traditionele timmer bakgoot	-0,0151
Traditionele timmer hanggoot	-0,0009
Sarking hanggoot	0,0058
Sarkingdak bakgoot	0,0091
Kopgevel	
Doorsteken van gordingen	-0,0507
Cellenbetonblok	-0,0283
Sarkingisolatie	-0,0523

Tabel 16: ψ - waarden aansluiting gevel-dak

Deze waarden werden berekend met de formules vermeld in bijlage.

De gewenste waarden worden bekomen zonder extra kostenverhogende maatregelen. Enkel vraagt de plaatsing, van de isolatie, de nodige aandacht. Hier dient men vooral te letten op de continuïteit van de isolatielaag.

Voor de kopgevel heeft men ten opzichte van de standaard gebouwen wel een extra kost, namelijk deze van de overbrugging van de grote spouw. Daar de spouw sowieso dient overbrugd te worden kunnen we deze kosten in de passiefhuisbouw als niet supplementair beschouwen.

3.4.2. Luchtdichtheid

3.4.2.1. Langse gevel

Om op een degelijke en duurzame manier de luchtdichtheid van de aansluiting te bekomen zal de plaatser veel aandacht dienen te schenken aan de continuïteit van het luchtscherm. Er dient een koppeling te gebeuren tussen het pleisterwerk en de luchtdichtingsfolie van het dak.

Hiervoor is het inpleisteren van een pleistergaas met luchtdichtingsfolie een ideaal hulpmiddel. Deze kan dan verkleefd worden tegen de luchtdichtingsfolie van het dak. Wel dient er bij het verkleven rekening gehouden te worden met de mogelijke zettingen dewelke kunnen optreden ten gevolge van verschillende thermische uitzettingen en belastingen.

Om zettingen toe te laten in het dak dient er een mogelijkheid gegeven te worden aan de folie om deze te overbruggen zonder schade aan de folie. Dit kan gebeuren door in de luchtdichtingsfolie, voor het verlijmen aan verdere folie/pleistergaas, een extra vouw te geven zodanig dat de constructie zou kunnen zetten zonder schade teweeg te brengen aan de luchtdichtingsfolie.

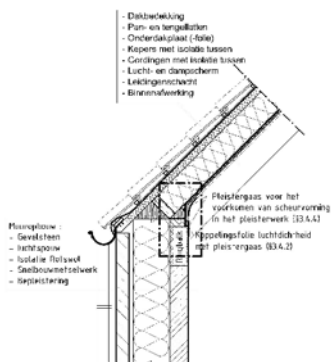
Bij een spantendak met sarkingisolatie zal de luchtdichtingsfolie rond de spanten moeten worden geplaatst om een afdoende aansluiting te garanderen. Dit wil zeggen dat voor het plaatsen van de spanten een folie op de muurplaat dient geplaatst te worden dewelke dan later rond het spant kan geplooid worden. Bij het plaatsen van de spanten dient er dan zeer nauw op toegezien te worden dat er geen beschadigingen worden aangebracht aan deze folie.



Detail 22: Luchtdichting aansluiting gevel-dak traditionele timmer



Detail 23: Luchtdichting aansluiting gevel-dak keperspanten



Situering details 22 & 23

3.4.2.2.Dwarse gevel

Ook aan de dwarse (kop-) gevel zal de koppeling van het luchtdichtingsscherm perfect dienen gemaakt te worden. Hierbij stellen zich quasi dezelfde problemen als bij de aansluiting van de lange gevel.

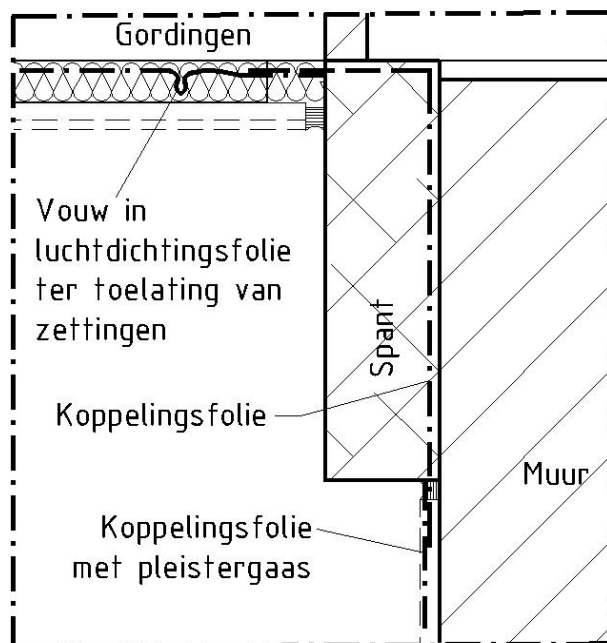
Bij het aansluiten dient er rekening gehouden te worden met de mogelijke zettingen. Om deze reden zal er gewerkt worden met een vouw in de luchtdichtingsfolie in de buurt van de plaatsen waar deze zou kunnen zetten.

Voor het koppelen met het pleisterwerk kan een koppelingsfolie met pleistergaas gebruikt worden.

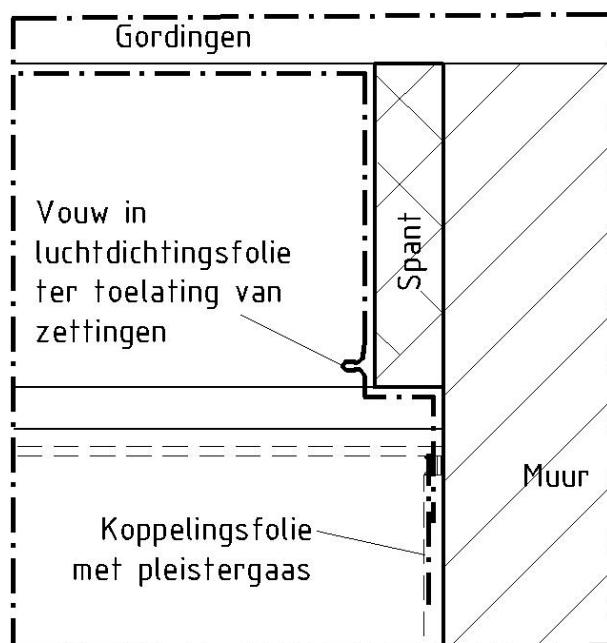
Om de continuïteit van de luchtdichting te garanderen zal er bij de kopse gevel dienen gelet te worden hoe men de aansluiting maakt. Rekening houdend met het spant hetwelk tegen de muur geplaatst is. (Hier wordt in bijna alle gevallen een spant geplaatst behalve wanneer men de optie verkiest om de gordingen op de muur te laten dragen, echter dit geeft een mindere thermische kwaliteit van het detail) De keuze zal bestaan om voor of achter het spant door te gaan, ervoor is gemakkelijker in uitvoering echter hier dient dan een extra afwerking op te komen. Wanneer de keuze valt om de luchtdichtingsfolie achter het spant door te plaatsen dient hier gebruik te worden gemaakt van een koppelingsfolie, dewelke geplaatst wordt bij het plaatsen van de spanten en bij het plaatsen van de luchtdichtingsfolie van het dak hieraan verlijmd kan worden. (zie detail 24)

Bij sarkingisolatie zal de logische keuze vallen om de luchtdichtingsfolie ervoor te plaatsen daar de afwerking normaliter toch onder de spanten zal gebeuren. (zie detail 25)

Situering details 24 & 25



Detail 24: Luchtdichting aansluiting gevel-dak kopgevel



Detail 25: Luchtdichting aansluiting gevel-dak kopgevel sarkingdak

3.4.3. Vochtdichtheid

Het doel hierbij is het opvangen water, dat op het dakvlak valt, af te voeren naar de riolering (goot). Bij de bespreking van de schildelen is reeds vermeld dat dit bij het hellend dak gebeurt op 2 niveaus namelijk op de dakbedekking en op het onderdak. Hierdoor zullen beiden het water dienen af te voeren naar de goot en dient er gelet te worden dat het onderdak zonder zakken of dergelijke in de goot wordt gebracht.

3.4.4. Constructie

Het constructieve probleem bij dit detail stelt zich op 2 verschillende vlakken, namelijk moet er gezorgd worden dat het dak, tot aan de buitenzijde van de gevel, een stabiele basis vormt voor het plaatsen van de dakbedekking (pannen) en natuurlijk moet er ook gezorgd worden dat er in het pleisterwerk geen ongewenste scheuren gaan optreden.

3.4.4.1. Stabiele basis voor pannen

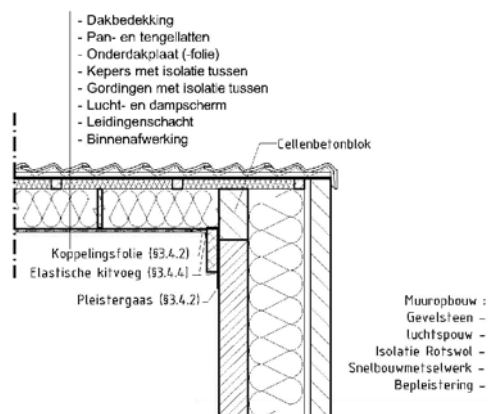
Daar bij de passiefhuisbouw de spouwmuur een zeer grote dikte aanneemt, zal hiermee rekening moeten worden gehouden bij het leggen van de pannen. De overkraging van de panlatten wordt immers vergroot van 30 à 35 cm naar 45 à 56 cm, dit geeft een toename van minimum 10 cm. Hierdoor kan de standaard constructie niet meer gehandhaafd blijven aangezien dit immers een te grote doorbuiging of zelfs breuk kan veroorzaken.

Dit zou kunnen opgelost worden door het dimensioneren van de panlatten op deze overkraging. Deze oplossing geeft echter enkele problemen. De panlatten dienen dan over geheel het dakvlak dezelfde dikte te hebben en dit brengt vooral bij lange daken veel nutteloze kosten met zich mee. Hierbij komt dan nog dat, wanneer de panlatten dikker worden, het moeilijker wordt om de gevelpan te laten dekken tot op de gevelsteen.

Een beter alternatief kan eruit bestaan om het principe van een zijdelingse oversteek te gebruiken om de spouwmuur te overbruggen. Deze zou dan moeten reiken tot aan de binnenzijde van de gevelsteen. Bij een traditionele timmer zou dit dan geconstrueerd kunnen worden door de gordingen te laten doorlopen tot aan de buitenzijde van de isolatie waar dan de laatste keper aan de buitenzijde van de isolatie kan komen. (zie detail 26) Een ander alternatief kan eruit bestaan om ter hoogte van de kepers een aantal dwarse kepers te plaatsen om deze oversteek te maken waar dan op de kopse kant de laatste keper tegen wordt bevestigd. (zie detail 27).

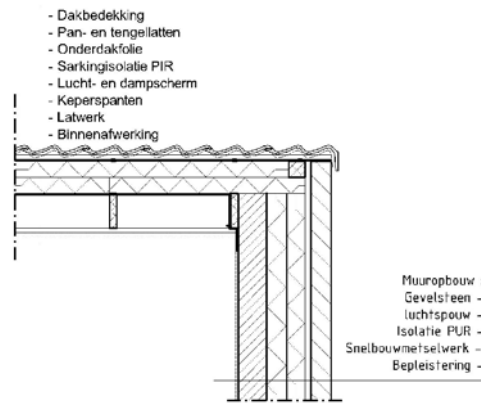


Detail 26: Dwarse aansluiting gevel-dak doorlopende gordingen



Detail 27: Dwarse aansluiting gevel-dak keperoversteek

Bij keperspanten zal dit steeds een moeilijker gegeven zijn. Men kan de oversteek maken door in de spanten inkepingen te maken waar dan de kepers in passen dewelke de oversteek zullen vormen. Bij een sarkingdak zou men kunnen overwegen om in de eerste laag isolatie dwarse kepers te voorzien waarop de laatste keper dan voorzien zou kunnen worden aan de buitenzijde van de isolatie. (zie detail 28)



Detail 28: Dwarse aansluiting gevel dak sarkingisolatie

3.4.4.2. Pleisterwerk

Het esthetisch uitzicht van binnen vraagt steeds strakke en egale vlakken waar scheuren zeker niet thuishoren. Ook zouden deze scheuren de luchtdichtheid van de woning in het gedrang kunnen brengen.

Om deze redenen moet ook hieraan aandacht geschonken worden. Twee oplossingen kunnen hierop geboden worden :

1. Plaats waar mogelijk steeds een “gewenste scheur”. Dit wil zeggen dat het pleisterwerk zal worden ingesneden of dat hier gebruik zal worden gemaakt van een stopprofiel om een voeg te creëren op plaatsen waar het in een later stadium zou kunnen gaan scheuren. Deze voeg wordt dan opgekit met een elastische kit/silicone.
2. Waar het niet mogelijk is om een voeg te creëren (bv in één vlak) kan dan gebruik worden gemaakt van een wapeningsgaas in het pleisterwerk. Die kan beperkte zettingen in het pleisterwerk opvangen.

De voorkeur gaat echter uit naar de voeg daar deze meer garanties biedt naar duurzaamheid van het pleisterwerk. Deze oplossingen moeten worden aangebracht op alle plaatsen waar het zou kunnen gaan scheuren, onder andere bij overgangen van verschillende ondergronden, overgangen van muur naar dakvlak, overgangen van muur naar plafond, enz.... (zie aanduidingen op voorgaande details)

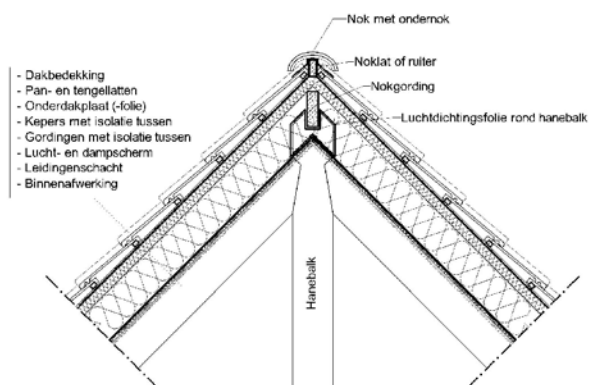
3.5.Nok

Bij de nok snijden 2 dakvlakken onder een bepaalde hoek. Hierdoor dient dit detail eveneens bekeken te worden.

In verband met de thermische kwaliteiten zal dit in weze geen problemen geven. De isolatie kan namelijk perfect aansluiten aan de nokbalk, indien deze geplaatst dient te worden, anders sluiten de isolatieplaten aan elkaar aan. De nokbalk zal een koude brug vormen, echter zit deze nog omgeven in isolatie en zal deze zodoende geen problemen geven. De gordingen, alsook de nokgording zitten normaliter reeds verrekend in de berekening van de U-waarde van het dak.

Qua luchtdichtheid zal er gelet dienen te worden dat de luchtdichtingsfolies perfect met elkaar verlijmd worden. Ook mogen de perforaties door het houtwerk van het spant niet zorgen voor luchtlekken.

De vochtdichtheid dient eveneens verzekerd te worden. Hiervoor bestaan verschillende in de handel verkrijgbare hulpstukken



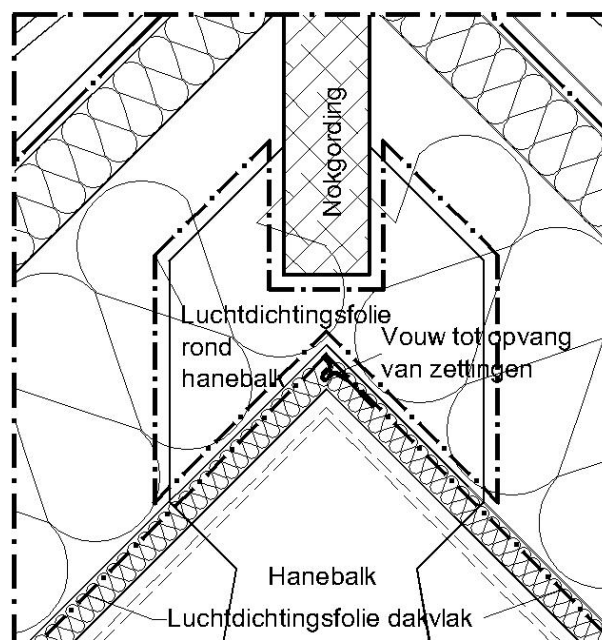
Detail 29: Nok traditionele timmer

3.5.1.Luchtdichtheid

De continuïteit van de luchtdichtingsfolie dient gegarandeerd te worden, zowel aan de koppeling van de folies als aan de perforaties van het houtwerk.

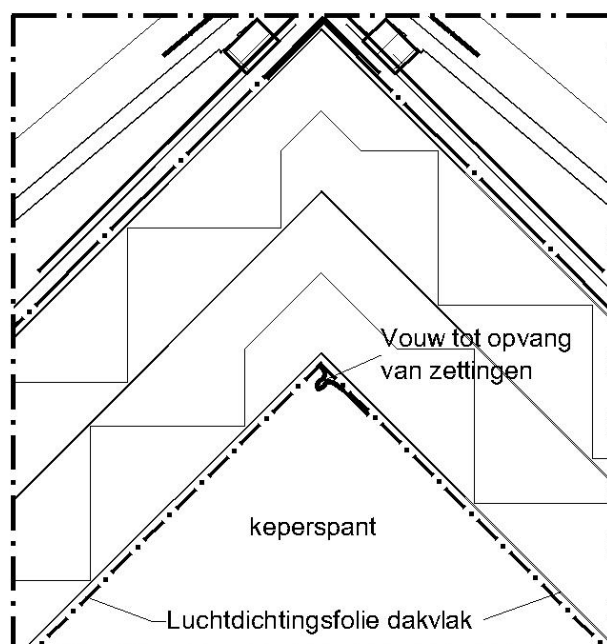
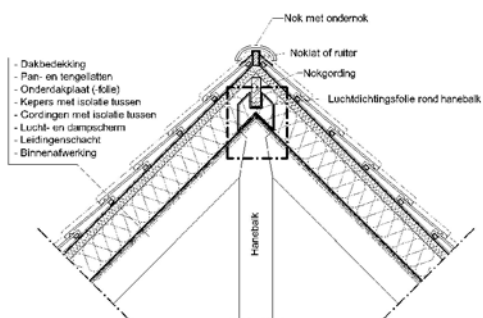
Voor de koppeling van de folies dient wederom rekening te worden gehouden met mogelijke zettingen in de constructie. Om deze reden zal er een extra vouw in de folie moeten worden gemaakt net voor de verlijming. Door deze vouw zal de folie niet belast worden op trek als de constructie een zetting ondervindt.

Bij een traditioneel getimmerde dakconstructie zal de hanebalk de luchtdichtingsfolie perforeren. Dit kan mogelijk leiden tot luchtlekken. Om deze te voorkomen kan men voor het plaatsen van de nokgording een luchtdichtingsfolie in de holte van de hanebalk plooien dewelke dan dusdanig lang wordt gelaten zodanig dat deze met de luchtdichtingsfolie van het dakvlak verlijmd of afgekleefd kan worden. Een andere methode kan erin bestaan de luchtdichtingsfolie rechtstreeks of via een koppelingsfolie te verlijmen op de hanebalk. Deze methode is gemakkelijker in uitvoering, doch heeft de verlijming met de hanebalk een grotere kans op luchtlekken. (zie detail 30)



Detail 30: Aansluiting luchtdichtingsfolie traditionele timmer

Het sarkingdak zal deze problemen niet geven. Hier kunnen de 2 folies gewoon met elkaar verlijmd worden mits inachtnahme van de mogelijke zettingen. (zie detail 31)

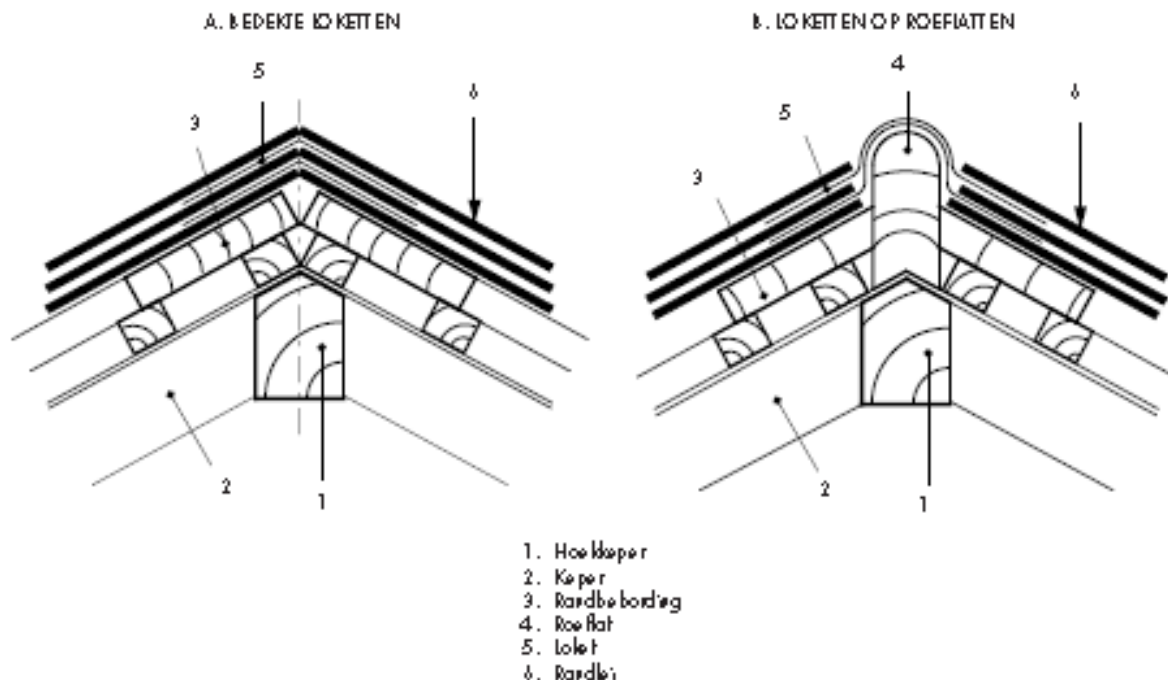


Detail 31: Aansluiting luchtdichtheid keperspanten

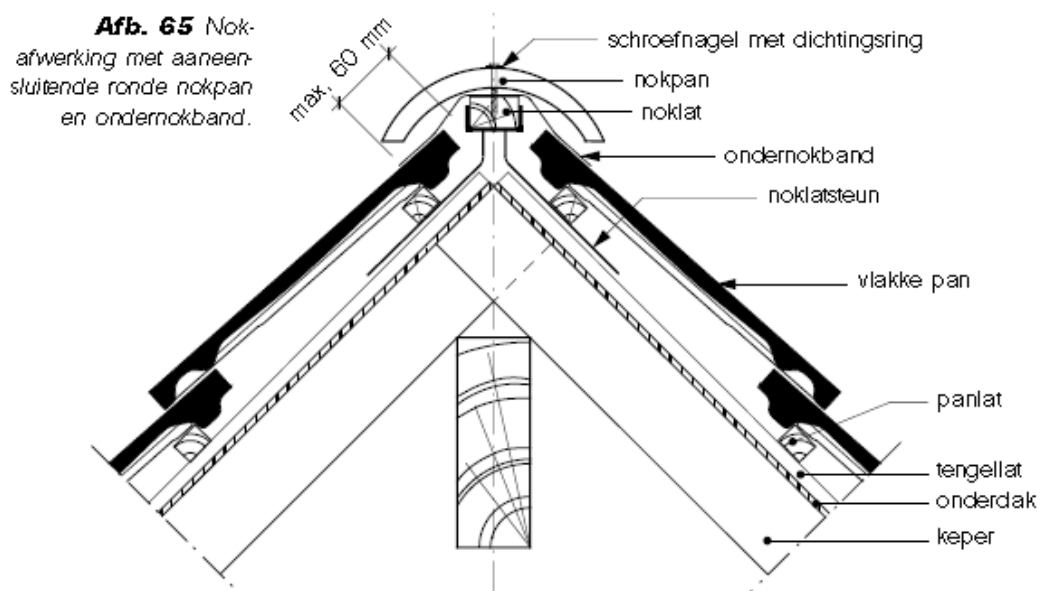
Situering details 30 & 31

3.5.2.Vochtdichtheid

Om de vochtdichtheid van de nok te bekomen dienen er wederom op 2 niveaus maatregelen te worden genomen. Elk van de dakbedekkingen hebben hiervoor hun methoden, pannenbedekkingen maken gebruik van nokken en ondernokken, leienbedekkingen maken gebruik van zinken of loden plooiwerk met leien. De uitvoering van deze worden uitvoerig besproken in de plaatsingsvoorschriften van de respectievelijke producten. Hierdoor zullen wij hier niet verder op in gaan.



Figuur 4: Nokafwerkingen bij leien dakbedekking (bron : WTCB TV 219 : dakbedekkingen met leien)



Figuur 5: Nokafwerking bij pannen dakbedekking (bron : WTCB TV 202 : daken met betonpannen)

3.6.Aansluiting gevel-plat dak

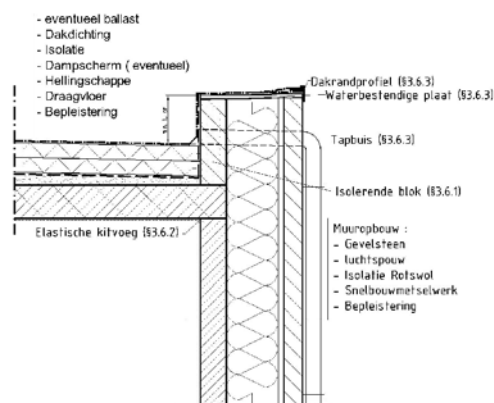
De aansluiting van de gevel met het bovenliggend plat dak is in de woningbouw een veel voorkomend detail. Elke aannemer heeft hiervoor wel zijn eigen uitvoeringsmethoden. Hierbij moeten verschillende mogelijke problemen bekeken worden.

Het naadloos aansluiten van de isolatie van de gevel en het plat dak zal hier zeer goed bekeken moeten worden. Zoals bij de aanzet van de spouwmuur komen dezelfde gebruikte materialen naar voren.

Ook deze overgang zal luchtdicht dienen gemaakt te worden daar het pleisterwerk hier een haakse hoek maakt en op verschillende ondergronden staat.

Het water van het platte dak zal op een correcte manier dienen afgevoerd te worden naar de riolering. Dit zonder lekkages en teveel aan onderhoud. Tevens

dient de spouwmuur op een adequate manier waterdicht gemaakt en afgewerkt te worden.



Detail 32: Aansluiting gevel - plat dak

3.6.1.Thermische oplossingen

Daar er aan een plat dak meestal met een opstand gewerkt wordt zal hier gebruik moeten gemaakt worden van een isolerend blok om de continuïteit van de thermische schil te verzekeren. Deze isolerende blok kan bestaan, zoals bij de aanzet van de spouwmuur, uit cellenbeton of cellenglas.

Daar er maar een kleine hoogte aan metselwerk op deze isolerende blok staat dient hier minder rekening te worden gehouden met de draagkracht van de blokken.

Bij het gebruik van cellenbeton zal meestal het gehele binnenspouwblad van de opstand opgetrokken worden in cellenbeton. Dit om praktische redenen.

Voor cellenglas zal men steeds het isolerende blok trachten te plaatsen in het midden van de onderbroken isolatie. Dit om de koudebrug te beperken.

De streefwaarde van $\psi < 0,01$ W/mK blijkt bij deze oplossingen haalbaar, zoals blijkt uit tabel 4.

Alle oplossingen behalen deze maximumwaarde. De kostprijzen lopen zeer uiteen, voor de cellenbeton verschilt deze ruim € 10/lm met cellenglasblok met een dikte van 5 cm, de cellenglasblok behaalt wel betere thermische resultaten.

Aansluiting muur – plat dak	Ψ -waarde W/mK	extra kostprijs tov zonder isolatie €/lm
Muur – plat dak		
Snelbouw	0,0421	0
Cellenglas 5 cm dikte (D 3.6.2)	-0,0057	14,49
Cellenglas 10 cm dikte (D 3.6.3)	-0,0264	26,08
Cellenbeton (D 3.6.1)	0,0045	4,42

Tabel 17: ψ -waarden aansluiting gevel-plat dak

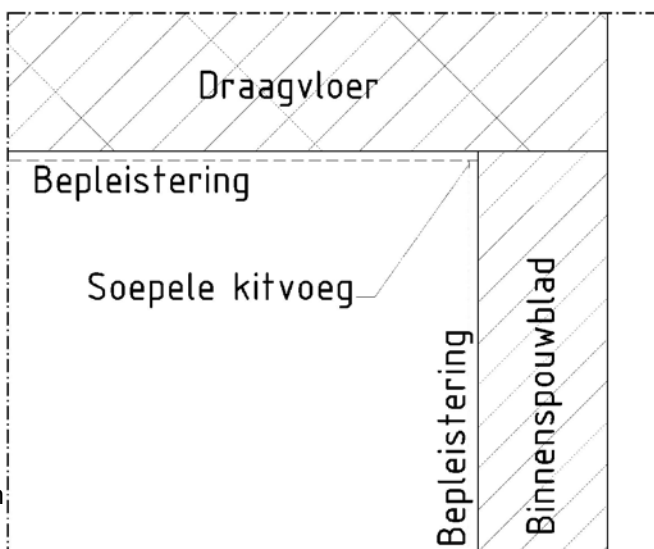
3.6.2. Luchtdichtheid

Bij de aansluiting van de bepleistering van de muur naar het plafond kunnen, wanneer er geen maatregelen genomen worden, scheuren ontstaan dewelke de luchtdichtheid van het gebouw kunnen aantasten. Deze scheuren worden veroorzaakt door een verschil in zettingen (zowel thermisch als ten gevolge van belastingen) en het verschil in ondergrond.

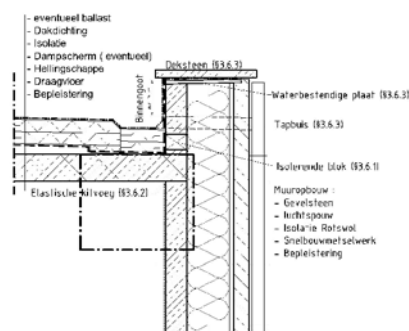
Om deze scheuren te voorkomen zal er een soepele voeg dienen gecreëerd te worden om deze scheuren op te vangen. De voeg dient gemaakt te worden tussen de 2 vlakken, dit wil zeggen in de hoek van de aansluiting. Deze soepele voeg kan men bekomen door het eerste vlak te pleisteren, en het tweede vlak met een stoplat op een voegbreedte van het eerste vlak te laten stoppen. Deze voeg dient hierna opgekit te worden met een soepele kit. Het kan ook door de voeg na het pleisteren in te snijden maar de diepte, rechtheid en breedte van de voeg kunnen dan moeilijker onder controle worden gehouden.

Het gebruik van een wapeningsgaas is in deze positie niet opportuun, daar deze enkel de scheuren voorkomt ter plaatsen van de wapening. Door de zettingen zou het dan mogelijk zijn dat er langs de geplaatste wapening scheuren optreden.

Men dient ook rekening te houden, indien men prefabelementen met holtten gebruikt (bijvoorbeeld welfsels) deze door eventueel de zijdelingse openingen via boorgaten voor de verlichting luchtlekken zullen veroorzaken. Dit kan men vermijden door de prefabelementen te voorzien van een rand van 5 cm beton om deze luchtdicht af te sluiten. De opleg van het prefabelement zal zodoende beperkt worden tot de breedte van de muur min 5 cm. (Men dient wel steeds rekening te houden met de stabiliteit van het geheel, deze mag hierdoor niet in gevaar komen.)



Detail 33: Aansluiting luchtdichting gevel-plat dak

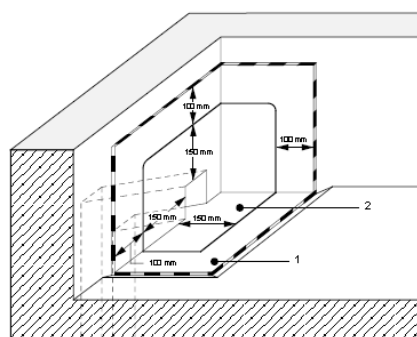


Situering detail 33

3.6.3. Vocht

Voor het bekomen van een kwalitatieve afwerking dienen verschillende ontwerpregels in acht genomen te worden.

1. De opkant dient minimum 150 mm te bedragen, dit om een goede aansluiting van de dakbedekking mogelijk te maken. Ook boven het tapgat dient de opkant nog minimum 150 mm hoger te zijn dan de bovenzijde van de tap om de plakplaat van de tap afdoende te kunnen aansluiten op de rest van de dakbedekking. Wanneer de tapbuis in de hoek geplaatst wordt dient men rekening te houden met een supplementaire 100 mm om alles afdoende te kunnen dichten.

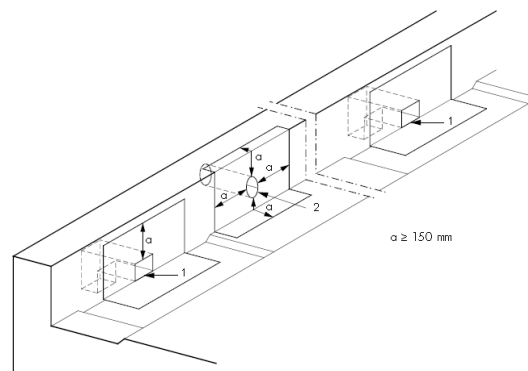


Afb. 20 Tapbuis doorheen een bitumenlaag bij de hoek:
1. Extra strook bij eenlaagse afdichting of ondefloag bij meerlaagse, bitumineuze afdichting
2. Tapbuis met plakplaat

Figuur 6: Aansluiting tapbuis in hoek (bron: WTCB TV 191 het platte dak, aansluitingen en afwerking)

2. Bij de aansluiting van het plat dak met een opgaande gevel dient de afdichting steeds hoger geplaatst te zijn dan de opkant om te voorkomen dat bij verstopping van de tapbuizen water naar binnen zou kunnen infiltreren. Eventuele dorpels van ramen of deuren dienen ook boven deze hoogte te worden geplaatst.

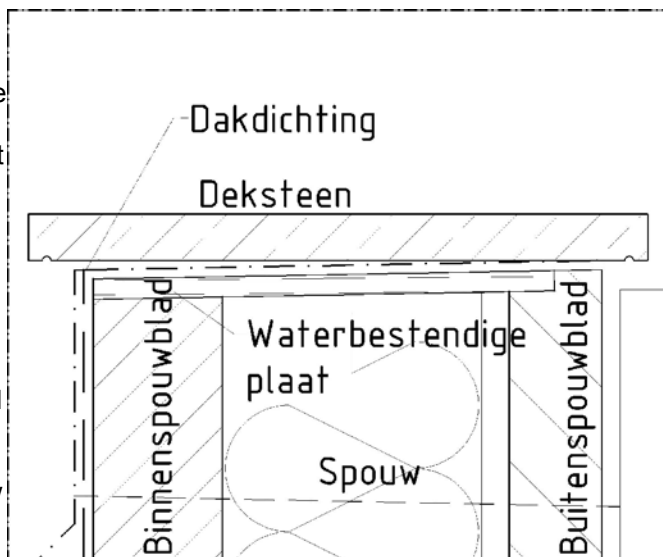
3. Men moet er steeds voor opletten dat de afvoeren niet gaan verstopen. Hiervoor is het gebruik van de correcte roosters aangewezen voor het voorkomen dat grind, bladeren en derg. in de afvoer terecht komen. Een regelmatige controle door de eigenaar is niet uit te sluiten. Om eventuele problemen bij het verstopen van de afvoerleidingen te voorkomen, kan men overgaan naar het plaatsen van spuwers. (zie figuur 7) Deze zullen ervoor zorgen dat bij een lichte verstopping het water via de spuwer verwijderd wordt. Dit is dan ook een teken aan de wand voor de eigenaar dat deze dringend zijn afvoeren moet reinigen



Afb. 28 Tapbuizen en spuwers.
1. Tapbuizen
2. Spuwer

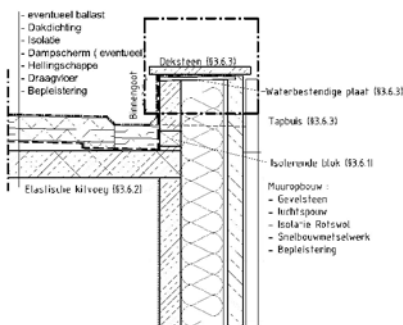
Figuur 7: Positie van spuwers (bron : WTCB TV 191
het platte dak, aansluitingen en afwerking)

4. De afwerking aan de buitenzijde van de muur dient dusdanig te zijn dat deze zorgt voor een esthetische afwerking aan de bovenzijde van de muur, dat deze voorkomt dat het water van het plat dak over de muur loopt en deze hierbij vervuild en nat maakt en deze dient goed aansluitbaar te zijn met de dakbedekking. Dit kan gebeuren door het plaatsen van een dakrandprofiel of het plaatsen van een deksteen. In beide gevallen zal de dakbedekking tot aan de buitenzijde van de gevelsteen lopen en dient hierbij dus de spouw te worden overbrugd. Dit kan gebeuren door het gebruik van een



Detail 34: Spouwoverbrugging bij deksteen

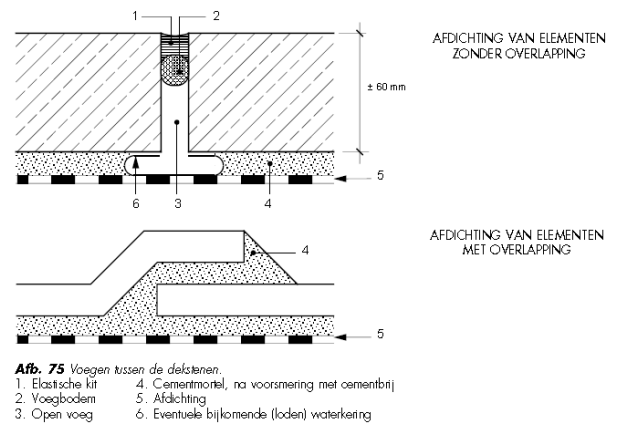
watervaste plaat (watervaste multiplex of vezelcementplaten,...) , hierover kan dan de dakbedekking tot aan de buitenzijde van de gevelsteen geplaatst worden. Bij de plaatsing van een betonnen of natuursteen deksteen kan de plaat niet doorlopen tot aan de buitenzijde van de gevelsteen en zal de gevelsteen zodoende uitgehaald worden waardoor de plaat op de achterzijde van de gevelsteen kan rusten. (zie detail 34) Het zou ook kunnen opgelost worden door het plaatsen van een zeer dunne plaat, en het plaatsen van de deksteen in een zeer dun mortelbed waardoor dit alles kan gebeuren in 1 voegdikte.



Situering detail 34

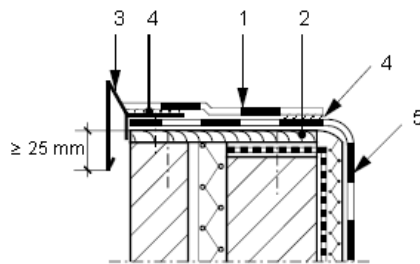
- De dakbedekking op de spouwmuur dient steeds af te wateren naar het plat dak toe om te vermijden dat er water op de spouwmuur blijft staan dewelke eventueel over de gevel zou kunnen lopen.

- De gebruikte betonnen of natuursteen dekstenen dienen steeds voorzien te zijn van een drupgroef langs beide zijden. De voegen tussen de dekstenen onderling dienen waterdicht te zijn om opvriezen van de dekstenen te voorkomen. Dit kan bij betonnen dekstenen door een overlapping (neus) aan de dekstenen te maken of door de voeg op te kitten. Het spreekt voor zich dat de voegen hiervan een regelmatige controle vereisen om problemen te voorkomen. (zie figuur 8)



Figuur 8: Afdichting betonnen/natuursteen dekstenen
(bron : WTCB TV 191 het platte dak, aansluitingen en afwerking)

- Bij het gebruik van metalen dakrandprofielen of afdekplaten dient er rekening te worden gehouden met de thermische uitzetting van deze en zullen er bijgevolg uitzettingsvoegen moeten worden voorzien.
- De bevestiging van het dakrandprofiel kan gebeuren onder de dakbedekking of tussen 2 lagen dakbedekking. (zie figuur 9)



Afb. 78 Kunststof afdichting onder het dakrandprofiel, afgewerkt met een bijkomende strook.

1. Extra strook
2. Spouwafdekking
3. Randprofiel (kunststof gelamineerd)
4. Las- of lijmverbinding
5. Eigenlijke dakafdichting

Figuur 9: Bevestiging dakrandprofiel

3.7.Aansluiting plat dak – opgaande gevel

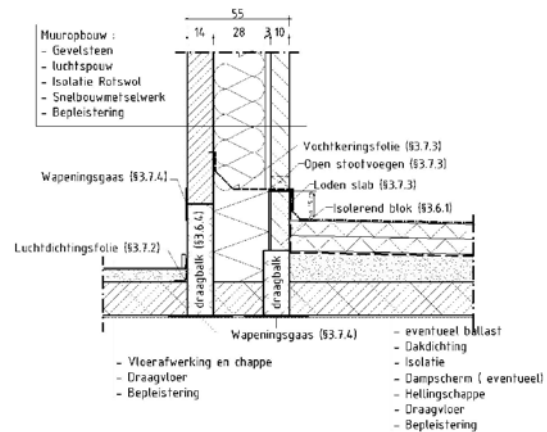
De aansluiting van het plat dak met de opgaande gevel heeft meerdere moeilijkheden.

Eerst en vooral zal de gevel steun moeten krijgen van de onderliggende vloerplaat. Hierdoor kan de isolatie van het plat dak niet doorlopen en zal hier gebruik moeten gemaakt worden van isolerend metselwerk/blok. Dit dient steeds onder de hoogte van de opkant te gebeuren (mag niet zichtbaar zijn langs buitenaf)

De draagvloer snijdt hier door de luchtdichte laag van de woning namelijk de bepleistering. Hierdoor zal de aansluiting hiervan bekeken moeten worden.

Daar water hier ten alle tijden zal op inwerken is de vochtdichtheid van deze constructie onontbeerlijk. Dit detail dient onder alle omstandigheden waterdicht te zijn.

Tot slot moet de spouwmuur opgevangen worden door de draagvloer of draagbalken Door de grote breedte van de spouwmuur zal dit eveneens extra moeilijkheden met zich meebrengen.



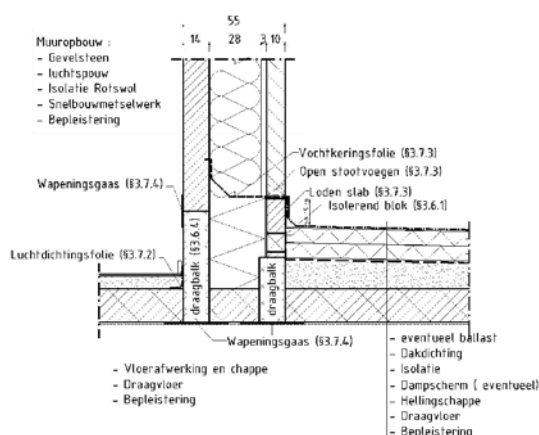
Detail 35: Aansluiting plat dak-opgaande muur met cellenbeton

3.7.1. Thermische oplossingen

Voor het ondervangen van de koudebrug aan de onderzijde van de gevelsteen dient hier gebruik te worden gemaakt van een isolerende blok. De materialen cellenbeton en cellenglas zijn hier wederom ideaal bruikbaar. (materiaalomschrijving zie §3.1.1)

Deze dient idealiter geplaatst te worden ter hoogte van het midden van de plat dakisolatie. Bij cellenbeton zal ervoor geopteerd worden om het metselwerk onder het lood volledig in cellenbeton uit te voeren.

Het bekomen van de streefwaarde van $\psi < 0,01 \text{ W/mK}$ blijkt hier geen probleem, zelfs wanneer de aansluiting gemaakt wordt in snelbouwmetselwerk wordt de streefwaarde gehaald. Deze situatie is echter niet wenselijk daar hier, niettegenstaande de streefwaarde wordt behaald, wel een koudebrug ontstaat dewelke zou kunnen zorgen voor condensatie en schimmelvorming. Hierbij komt dan nog dat deze koudebrug met relatief beperkte kosten kan opgelost worden. Zie tabel 18



Detail 36: Aansluiting plat dak -opgaande gevel met cellenglas

Aansluiting plat dak – gevel	Ψ -waarde W/mK	extra kostprijs tov zonder isolatie €/lm
plat dak – gevel met steunbalken		
Snelbouw	-0,0054	0
Perinsule 5 cm dikte (D 3.7.2)	-0,0459	14,49
Perinsule 10 cm dikte (D 3.7.2)	-0,0650	26,08
Cellenbeton (D 3.7.1 & 3.7.3)	-0,0391	4,42
plat dak – gevel zonder steunbalk		
Snelbouw	-0,0257	0
Perinsule 5 cm dikte	-0,0561	14,49
Perinsule 10 cm dikte	-0,0717	26,08
Cellenbeton (D 3.7.4)	-0,0543	4,42

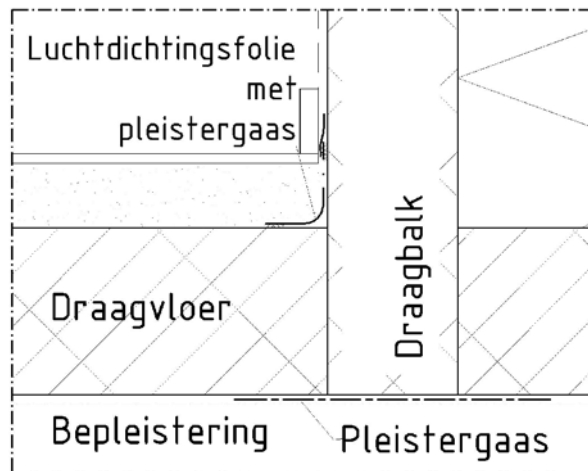
Tabel 18: ψ -waarden aansluiting plat dak - gevel

3.7.2.Luchtdichtheid

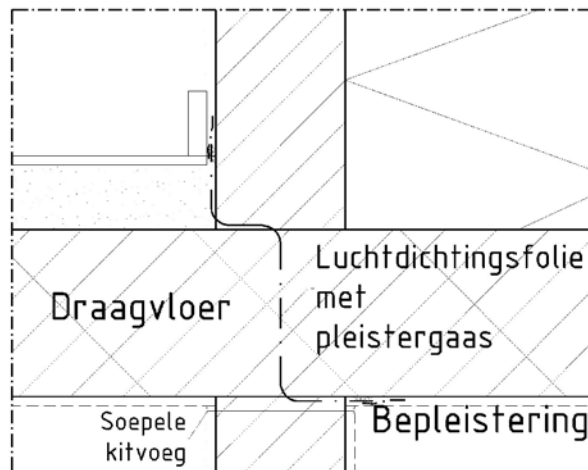
Doordat het luchtdicht scherm bij dit detail onderbroken wordt door de draagvloer zullen er maatregelen moeten worden genomen om dit afdoende op elkaar aan te sluiten.

Wanneer de draagvloer bestaat uit een monoliete betonplaat of uit prefabelementen met afdoende druklaag zodanig dat deze zelf als luchtdicht zou kunnen beschouwd worden, kan enkel de aansluiting tussen het pleisterwerk van de verdieping en de draagvloer als afdoende aanzien worden. (zie detail 37)

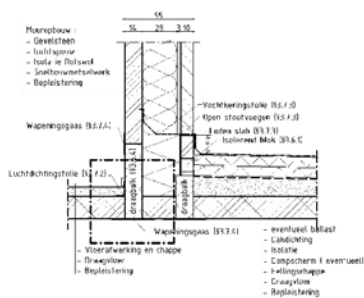
Bestaat de draagvloer echter uit afzonderlijke prefabpanelen of dergelijke waardoor deze niet als luchtdicht kunnen aanzien worden, dan dient er een koppeling te worden gemaakt tussen het pleisterwerk van de bovenliggende verdieping naar het pleisterwerk van de onderliggende verdieping. Wanneer er een muur onder de spouwmuur staat waarop de draagvloer draagt, zou de luchtdichtingsfolie kunnen voorzien worden tussen de opleg van de verschillende panelen. (zie detail 38).



Detail 37: Aansluiting luchtdichting plat dak-gevel

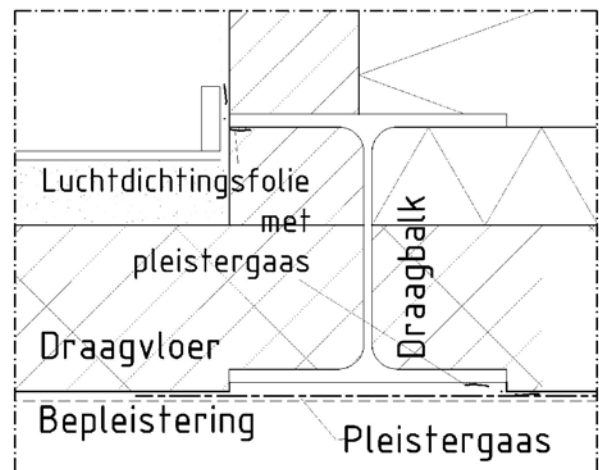


Detail 38: Aansluiting luchtdichtheid plat dak-gevel met prefabpanelen



Situering details 37, 38 & 39

Wanneer er geen muur onder dit detail gepositioneerd staat zal hier een draagbalk ter vervanging dienen te komen. Als deze reikt van de onderzijde van de draagvloer tot boven de afgewerkte vloer van de bovenliggende verdieping zal deze de functie van luchtdichtheid op zich nemen. Het is dan enkel zaak om het pleisterwerk aan deze draagbalk te koppelen. Bij beton zou deze gewoon bepleisterd dienen te worden met de voorziening van een pleistergaas tegen scheurvorming. Bij een stalen ligger is het aangewezen om een koppelingsfolie met pleistergaas te gebruiken, aangezien door thermische zettingen het pleisterwerk zou kunnen loskomen van de ligger. (zie detail 39). Hierop zou dan nog een pleistergaas moeten in worden verwerkt om scheurvorming in het pleisterwerk langs de metalen ligger te voorkomen.



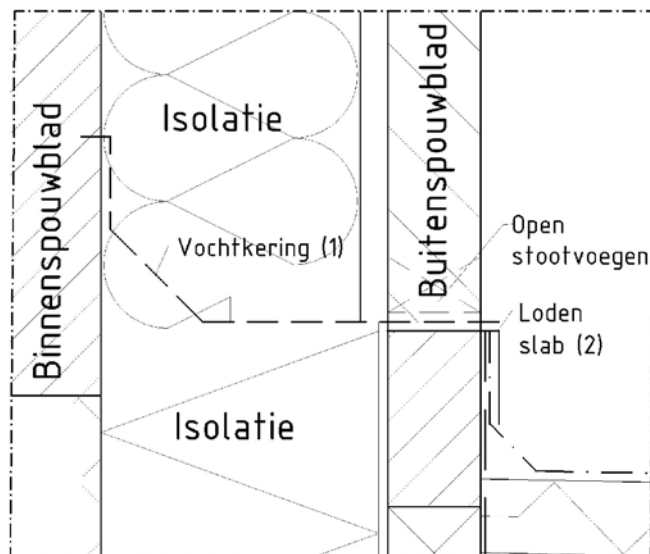
Detail 39: Aansluiting luchtdichtheid plat dak-gevel draagbalk

3.7.3.Vocht

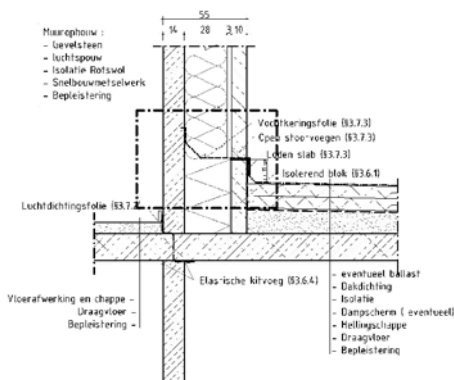
Op verschillende wijzen gaat het vocht op deze constructie inwerken. Men heeft ten eerste het spouwvocht dewelke op een correcte wijze uit de spouw dient verwijderd te worden. Het water van het platte dak dient ten alle tijden uit de spouwmuur en de woning te worden gehouden. Hierbij komt dan ook nog het condensatiegevaar ter hoogte van de opkant van het plat dak.

Om het spouwvocht op een correcte wijze uit de spouw te verwijderen gaat men net boven de opkant van de plat dakbedekking open stootvoegen laten en hier, idem aan de aanzet van de spouwmuur, een vochtkering plaatsen dewelke met een opkant naar binnen wordt geplaatst. Het is hier niet nodig de vochtkering door te trekken tot aan de binnenzijde van het binnenspouwblad, daar hier geen gevaar is voor opstijgend vocht. Wel is het opportuun de isolatie onder de vochtkering af te schuiven om een gemakkelijker verwijderen van vocht uit de spouw te bekomen en waterstagnatie te vermijden. Zie (1) detail 40.

Onder deze vochtkering dient er gewerkt te worden met een volle spouwvulling om condensatie aan de koude zijde van de isolatie te vermijden en om een koudebrug via de luchtspouw te vermijden. Zie details 40.



Detail 40: Vochtdichtheid plat dak-gevel



Situering detail 40

Om waterinfiltratie van het platte dak te vermijden dient de opkant minimum 150 mm boven de dakbedekking uit te komen. Ook geniet het de voorkeur deze hoger te maken dan de dakrand. Dit zal ervoor zorgen dat bij een verstopping van de afvoer het water over de dakrand zal lopen in plaats van naar binnen zal infiltreren. De dakbedekking wordt recht tegen de muur afgewerkt waarbij vanuit de muur een slab erover zal geplooid worden. Deze slab wordt in de praktijk in lood genomen. Deze loden slab zorgt voor de afdichting van bovenuit van de dakdichting en zal ervoor zorgen dat er bij renovatie geen onnodig kapwerk dient te gebeuren. Boven deze loden slab komt de vochtkering ter afvoering van het spouwvocht met de open stootvoegen. Zie (2) detail 40.

3.7.4.Constructie

Constructief zal men moeten rekening houden met enkele punten voor de passiefhuisbouw.

Door de brede spouw komt de gevelsteen reeds op een hele afstand van de draagmuur te staan. Bij een standaard muurdikte zal de gevelsteen, dewelke steunt op de draagvloer, een grotere dwarskracht dan moment veroorzaken. Door de grote muurdikte zal de gevelsteen bij passiefhuisbouw een groter moment geven waar de draagvloer op dient berekend te worden. Hierdoor zal het mogelijk zijn dat er ofwel extra maatregelen moeten worden genomen zodat de draagvloer deze gevelsteen kan opvangen, ofwel dat er aan aparte draagbalk voorzien wordt onder de gevelsteen. (zie detail 38) Een muur ter ondersteuning van de gevelsteen kan natuurlijk ook. Men krijgt dan een binnenmuur met de breedte van een buitenmuur wat hier dan ook wel heel wat plaatsverlies betekent.

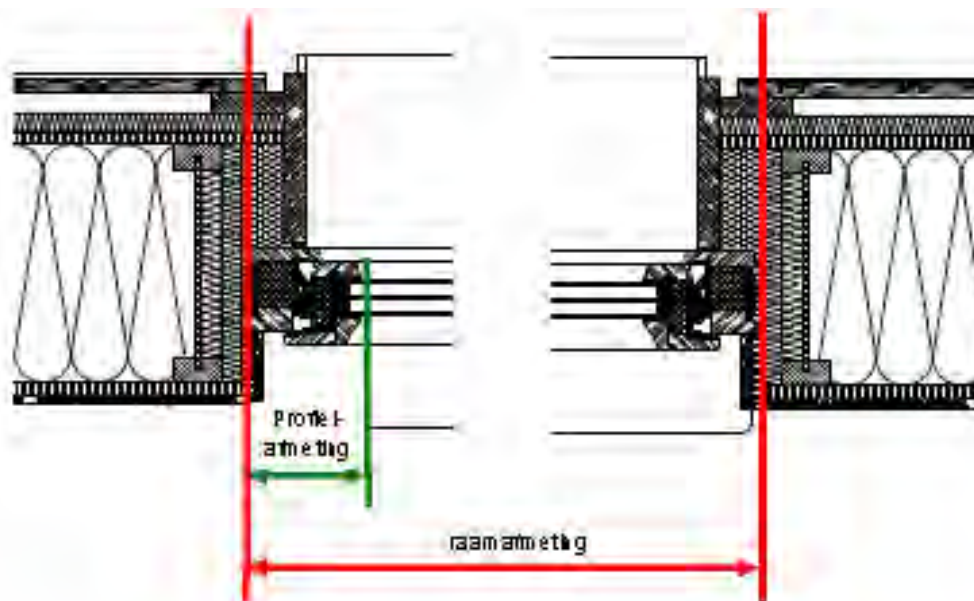
Door deze draagbalken zullen er steeds meer overgangen zijn tussen verschillende materialen dewelke moeten opgevangen worden door het pleisterwerk. Doordat elk scheurtje in het pleisterwerk een potentiële luchtlek is, dient dit ten alle tijden vermeden te worden. Hiervoor zal er een wapeningsgaas dienen geplaatst te worden op de overgangen van ondergronden en dergelijke. (zie detail 38)

3.8. Inbouw buitenschrijnwerk

Bij de inbouw van het buitenschrijnwerk zal er rekening moeten worden gehouden met verscheidene elementen.

Ten eerste zal het buitenschrijnwerk inclusief inbouw moeten voldoen aan een U-waarde $< 0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$. Hiervoor zullen maatregelen dienen genomen te worden om deze waarde te bekomen. Het starten met een beter isolerende basis (buitenschrijnwerk) kan het bekomen van de waarde van $U < 0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$ vergemakkelijken. Echter kan een minieme meerwaarde en wat aandacht hieraan misschien heel wat kosten aan het buitenschrijnwerk drukken, wat hier ook weer positief uitkomt.

Wanneer men de norm voor het buitenschrijnwerk aanhoudt van $U = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ geeft dit een speling voor de inbouw $\psi \cdot L/A = 0,05 \text{ W/m}^2\text{K}^{13}$. Dit wil zeggen wanneer men qua verhouding tussen omtrek en oppervlakte snel aan een factor 4 zit (vierkant raam $1 \times 1 \text{ m}$) men voor de inbouw toch een gemiddelde ψ -waarde dient te bekomen van beter dan $0,0125 \text{ W/mK}$. De volgende details zullen in dit concept bekeken worden.



Afbeelding 3: In rekening te nemen afmetingen bij inbouw buitenschrijnwerk (bron : annex 9 PHHP 2007)

Als afmetingen dewelke meegenomen worden in de PHHP-software dient niet de dagmaat maar de raammaat gebruikt te worden. (zie afbeelding 3)

De aansluitingen aan het buitenschrijnwerk dienen dusdanig geconstrueerd te worden dat deze de luchtdichtheid van het gebouw niet beïnvloeden. De aansluiting tussen het luchtdicht buitenschrijnwerk en de luchtdichte laag van de gevel (pleisterwerk) zal derhalve perfect dienen te gebeuren.

De inbouw van het buitenschrijnwerk dient te kunnen weerstaan aan zowel regen als slagregen. Onder geen enkele omstandigheden mag deze vocht van het buitenspouwblad naar binnen transporteren. De aansluiting van het buitenschrijnwerk op de dorpel dient eveneens te worden uitgevoerd zodat er geen water langs deze weg naar binnen kan komen.

In volgende hoofdstukken zullen deze pijnpunten verder in detail bekeken worden voor een buitendeur en een raam.

13 De formule voor het berekenen van de totale U-waarde kan men als volgt beschrijven :

$$U_{\text{tot}} \cdot A_{\text{tot}} = U_{\text{BS}} \cdot A_{\text{BS}} + \psi_{\text{inbouw}} \cdot L_{\text{inbouw}}$$

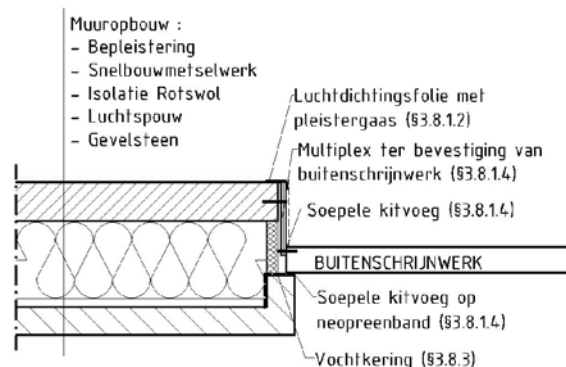
Wanneer men dan beschouwd dat $U_{\text{BS}} = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ en $U_{\text{tot}} = 0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$ dan geeft dit een waarde voor ψ_{inbouw} .

$L_{\text{inbouw}}/A_{\text{tot}} = 0,05 \text{ W/K}$. Dit betekent dat de ψ -waarde afhankelijk is van de verhouding tussen de omtrek en de oppervlakte van het buitenschrijnwerk.

3.8.1. Horizontale snede

De horizontale snede is een eenvoudigere aansluiting dan de verticale. Hier dient geen metselwerk opgevangen te worden, of vocht naar buiten te worden afgevoerd zoals bij de verticale snede.

Niettemin is dit wel een complex detail, hetwelk de nodige aandacht vereist.

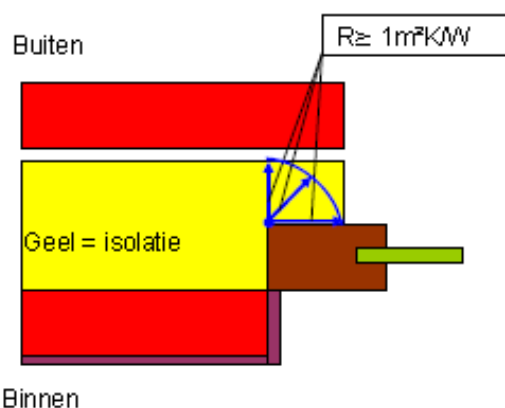


Detail 41: Inbouw buitenschrijnwerk horizontale snede met teruggemete dag

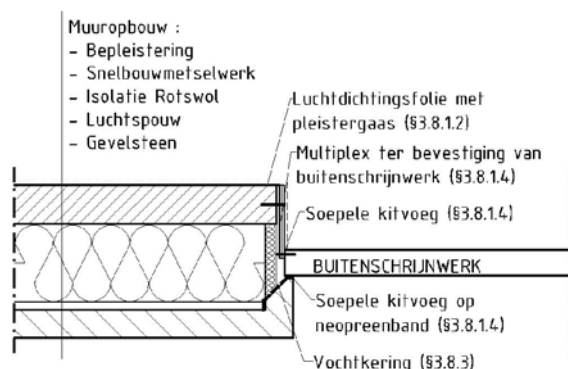
3.8.1.1. Thermische oplossingen

Voor het bekomen van een goede aansluiting van het buitenschrijnwerk en de gevel zal de isolatie zoveel mogelijk moeten doorlopen. Om de beste aansluiting te bekomen dient de isolatie vanaf de buitenste hoek van het buitenschrijnwerk de R-waarde van 1 mK/W te hebben. Dan kan, volgens PHHP 2007, gerekend worden met een ψ -waarde van 0,00 W/mK. (zie afbeelding 4)

De PHHP 2007 software geeft enkele vereenvoudigde wijzen tot het bepalen van ψ -waarden. Deze beperken zich tot het plaatsen van een ψ -waarde bij een beperkt aantal details. Voor de volledigheid vindt U deze annex 9 in bijlage.



Afbeelding 4: thermisch goed ingebouwd buitenschrijnwerk (bron : Annex 9 PHHP 2007)



Detail 42: Inbouw buitenschrijnwerk horizontale snede met teruggemete dag afgeschuind

Zoals eerder reeds besproken is de aansluiting het beste te maken wanneer het buitenschrijnwerk in het midden van de isolatie wordt gepositioneerd. Hierdoor zal er een afwerking dienen te komen van de spouw langs de buitenzijde. Dit zou kunnen uitgevoerd worden met een beplanking of met een teruggemetselde gevelsteen (zie detail 41). Bij het verkiezen van de gevelsteen als afwerking geeft dit het nadeel dat er geen isolatie meer voor het buitenschrijnwerk kan geplaatst worden. Dit zou men gedeeltelijk kunnen opvangen door de gevelsteen

aan de zijde van de spouw af te schuiven zodat hier isolatie kan geplaatst worden. (zie detail 42)

Een beplanking geeft deze beperking niet, hier kan steeds bijna de volledige aanslag geïsoleerd worden.

Bij het plaatsen van het buitenschrijnwerk dient men in de mate van het mogelijke alle holten en kieren te dichten met isolatieschuim. Hierdoor wordt de aansluiting verbeterd en kunnen er geen ongewilde luchtstromingen ontstaan dewelke de thermische waarde van het detail zouden kunnen aantasten. Bij de bevestiging van het buitenschrijnwerk met multiplex-kader zal dit moeilijker zijn dan bij de bevestiging met ankers daar men bij deze nog voldoende ruimte heeft om de holten op te spuiten.

Door het gebruik van beter isolerende materialen dan het standaard isolatiemateriaal kan de ψ -waarde eveneens beperkt worden. Door het gebruik van bijvoorbeeld PUR-isolatie in plaats van rotswolisolatie (wanneer deze in de rest van de gevel wordt gebruikt) zal men de ψ -waarde met enkele punten kunnen doen zakken. Verder is er op de markt nog vacuümisolatie te verkrijgen dewelke een zeer goede isolatiewaarde heeft (0,005 W/mK). Door deze naast het raam te plaatsen zal de ψ -waarde in de meeste details zakken tot rond 0,0 W/mK.

In onderstaande tabel vindt U de ψ -waarde voor de verschillende getekende details. De volledige details vindt U in bijlage.

Inbouw buitenschrijnwerk	Ψ -waarde W/mK
Horizontaal	
Buitenschrijnwerk in het midden van de isolatie	
Aanslag 3 cm bevestiging multiplex	
Teruggemetste dag geen supplementaire isolatie (D 3.8.1)	0,0216
Teruggemetste dag afgeschuind vol isolatie (D 3.8.2)	0,0158
Afgewerkt met plaatmateriaal (D 3.8.3)	0,0118
Teruggemetste dag met vacuüm isolatie (D 3.8.10)	0,0127
Teruggemetste dag met vacuüm isolatie (D 3.8.11)	0,0038
Aanslag 3 cm bevestiging ankers	
Teruggemetste dag met vacuüm isolatie (D 3.8.10)	0,0018
Teruggemetste dag met vacuüm isolatie (D 3.8.11)	-0,0071
Teruggemetste dag geen supplementaire isolatie (D 3.8.5)	0,0156
Teruggemetste dag geen supplementaire isolatie PUR (D 3.8.5)	0,0098
Teruggemetste dag afgeschuind vol isolatie (D 3.8.6)	0,0105
Teruggemetste dag afgeschuind vol isolatie PUR (D 3.8.6)	0,0053
Afgewerkt met plaatmateriaal (D 3.8.7)	0,0047
Afgewerkt met plaatmateriaal PUR (D 3.8.7)	0,0038
Aanslag 4 cm bevestiging ankers	
Afgewerkt met plaatmateriaal (D 3.8.7)	0,0013
Afgewerkt met plaatmateriaal PUR (D 3.8.7)	0,0002
Buitenschrijnwerk direct achter gevelsteen	
Aanslag 3 cm bevestiging multiplex	0,0293
Aanslag 3 cm bevestiging ankers (D 3.8.8)	0,0270
Aanslag 3 cm bevestiging ankers met vacuüm (D 3.8.9)	0,0144

Tabel 19: ψ -waarden horizontale inbouw buitenschrijnwerk

Uit de resultaten kan men stellen dat de plaatsing van het buitenschrijnwerk vlak achter de dag zeer hoge ψ -waarden behaalt. Het behalen van de vereiste inbouwwaarde in verband met het buitenschrijnwerk zal hierdoor zeer moeilijk te halen zijn. Hierdoor is deze inbouwmethode af te raden.

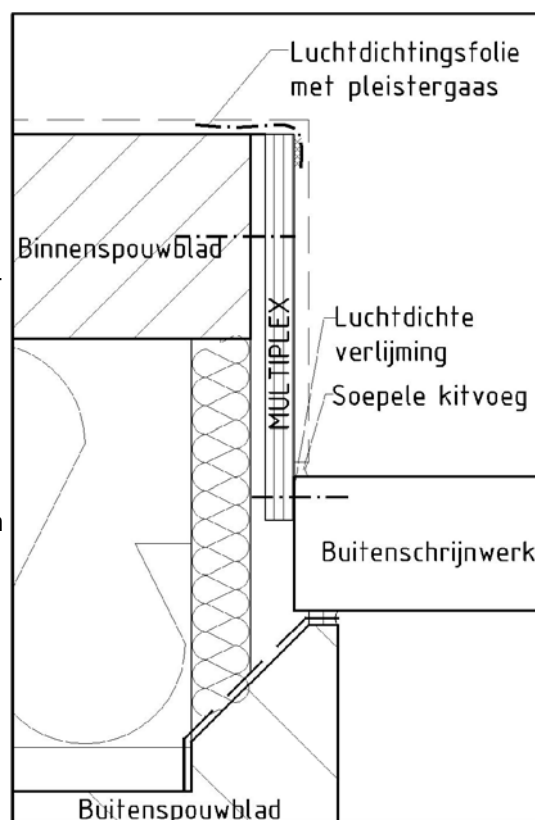
3.8.1.2. Luchtdichtheid

Het luchtdichtheidsscherm dient ook hier continue door te lopen. Hiervoor dient er een koppeling te worden gemaakt tussen het buitenschrijnwerk (hetwelk op zich luchtdicht moet zijn) en het pleisterwerk van de gevel. Hiervoor zijn enkele methoden voorhanden.

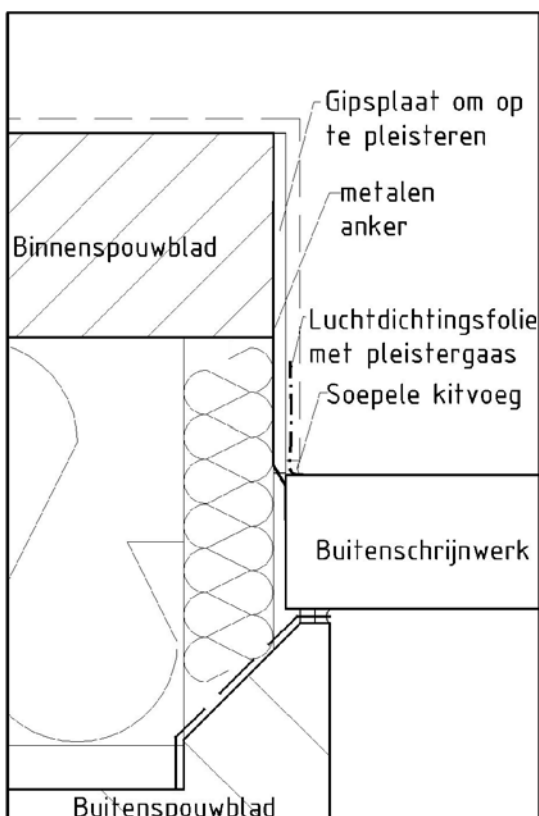
Ten eerste kan men gebruik maken van een multiplex-kader hetwelk dan ook ineens dienst kan doen als bevestiging van het buitenschrijnwerk. Het multiplex is op zich luchtdicht en moet dan luchtdicht verlijmd worden met het buitenschrijnwerk. De koppeling met het pleisterwerk dient dan te gebeuren in het vlak van de binnenzijde van de muur met een luchtdichtingsfolie met pleistergaas (zie detail 43). Men kan dan verkiezen om de dagkant in hout te laten met een afdeklaf vooraan of om hier pleisterwerk over te plaatsen tot aan het raam.

Anderzijds kan men de luchtdichtingsfolie met pleistergaas rechtstreeks op het buitenschrijnwerk bevestigen en daar koppelen met het pleisterwerk. (zie detail 44)

Beide oplossingen hebben ook betrekking op de bevestigingsmethode van het buitenschrijnwerk. Meer hierover vindt U terug in hoofdstuk 3.8.1.4.



Detail 43: luchtdichtheidsaansluiting met multiplex bevestiging

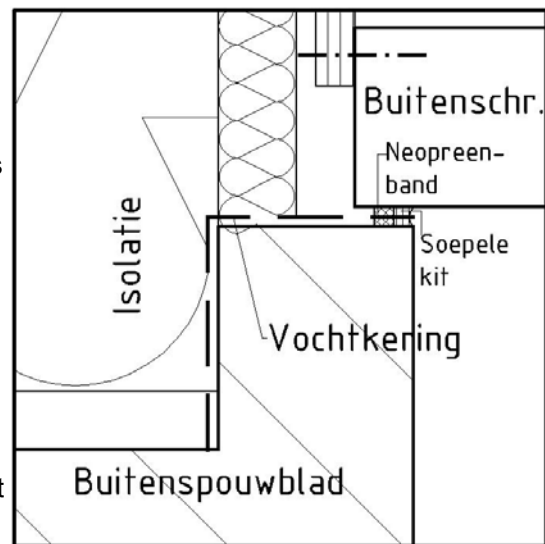


Detail 44: Luchtdichtheidsaansluiting bevestiging mbv ankers

3.8.1.3. Vocht

Het enige vocht dat hier vermeden dient te worden is het doortrekkend vocht vanuit de gevelsteen. Doordat alle holten en kieren na het plaatsen van het buitenschrijnwerk zullen worden gedicht met isolatie is het onvermijdelijk dat de isolatie het buitenspouwblad zal raken. Hierdoor ontstaat het risico dat er vocht via de isolatie in het pleisterwerk dringt met alle onaangename problemen tot gevolg (vochtvlekken, schimmelvorming, verminderde isolatiewaarde, destructie van het pleisterwerk,...)

Een oplossing hiervoor is het plaatsen van een vochtkering tegen het buitenspouwblad, voor het plaatsen van het buitenschrijnwerk, over een breedte waar mogelijk contact kan gemaakt worden tussen het buitenspouwblad en de isolatie. Dit is een gebruikelijk 10 tot 14 cm, met een kostprijs van € 0,10/lm +plaatsing. Hiervoor kan er geen risico genomen worden. (zie detail 45)



Detail 45: vochtkering inbouw buitenschrijnwerk

3.8.1.4. Constructief

In de horizontale snede zal het raam bevestigd worden met het binnenspouwblad. Voor relatief kleinere ramen en enkele deuren zal dit de enige opvang zijn van de horizontale krachten dewelke het buitenschrijnwerk dienen op te vangen. Bij grotere ramen en dubbele deuren zullen zowel onder als bovenaan extra steunen bevestigd worden. De verticale krachten zullen bij kleinere ramen steeds opgevangen worden in de verticale snede.



Foto 2: Bevestiging van raam mbv multiplex kader

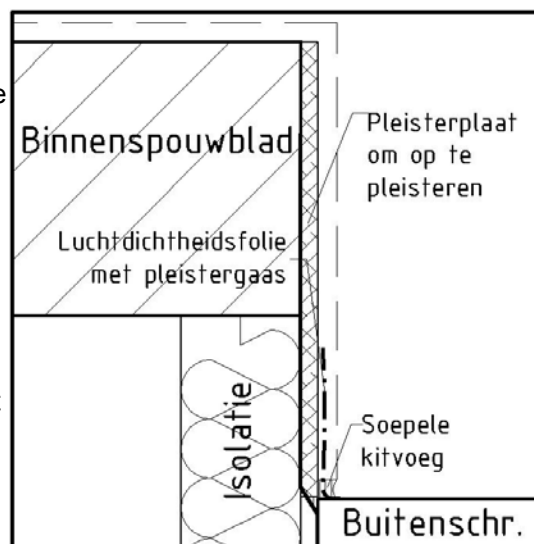
De bevestiging gebeurt gebruikelijk met een multiplex-kader of met ankers. De bevestiging met het multiplex kader heeft het voordeel dat deze tevens kan gebruikt worden om de luchtdichtheid van de dagkant op zich te nemen. Dit heeft wel als nadeel dat men na het plaatsen van het buitenschrijnwerk, moeilijk de ontstane holten en kieren kan bijisoleren. Controle op eventuele holten en kieren is eveneens zeer moeilijk. Bij ankers heeft men na het plaatsen van het buitenschrijnwerk nog een vrij beeld rondom het buitenschrijnwerk en hier kan dan ook vrij isolatie bijgeplaatst worden. Hier zal dan wel nog een pleisterplaat moeten worden aangebracht om aansluiting van het pleisterwerk op de dagkant met het buitenschrijnwerk te maken. De plaat zal op de kop van het binnenspouwblad gekleefd worden en zal aansluiten op het schrijnwerk. (zie detail 46)

Om een duurzame aansluiting te maken van het buitenschrijnwerk met het buitenspouwblad zal hiertussen een neopreenband geplaatst worden, zodanig dat deze voeg kan afgekit worden. Deze soepele voeg zal ervoor zorgen dat er verschillende zettingen van de materialen mogelijk blijven. (zie detail 45)

Ook om deze reden kan men best aan de binnenzijde, bij de aansluiting van het pleisterwerk met het buitenschrijnwerk, een soepele kitvoeg voorzien. Dit vermijdt het afbrokkelen van het pleisterwerk tegen het buitenschrijnwerk aan.



Foto 3: Bevestiging van raam mbv ankers



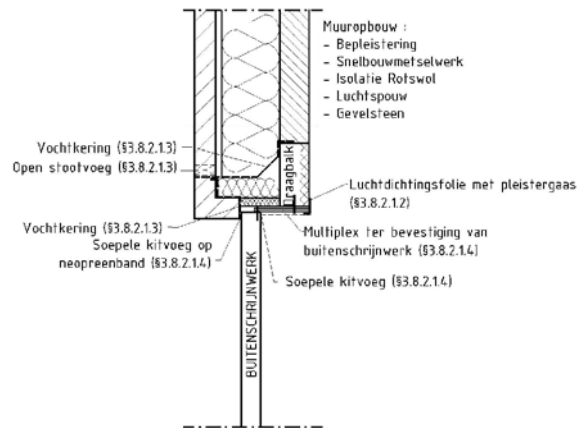
Detail 46: Plaatsing van pleisterplaat

3.8.2. Verticale snede

De verticale snede kan onderverdeeld worden in de aansluiting boven en onderaan, met andere woorden bij het linteel en de dorpel. Elk van deze aansluitingen hebben hun specifieke pijnpunten. Vandaar worden deze onderstaand afzonderlijk behandeld.

3.8.2.1. Linteel

Het linteel zal zorgen voor de opvang van het metselwerk. Hierbij moet dan ook rekening worden gehouden dat deze aansluiting qua luchtdichtheid, vochtkering en dat thermisch afdoende kwaliteiten worden bekomen

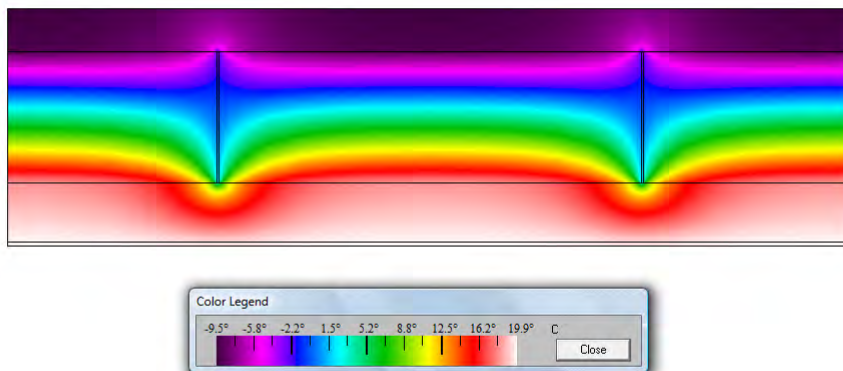


Detail 47: Inbouw buitenschrijnwerk - linteel met teruggemetste dag

3.8.2.1.1. Thermische oplossingen

Bij de thermische oplossing van het probleem wijzigt er op zich niet zo veel met de horizontale aansluiting. Echter zal er onder de vochtkering boven het buitenschrijnwerk steeds de spouw volledig moeten worden gevuld met isolatie om inwendige condensatie te vermijden.

Men zal hier ook steeds rekening moeten houden met de opvang van het gevelmetselwerk indien deze een verbinding maakt tussen het buitenspouwblad en het binnenspouwblad. Deze zal de zone boven het buitenschrijnwerk een verminderde isolatiewaarde geven. Deze vermindering werd berekend in Therm, aangezien de formule vermeld in de norm voor mechanische bevestiging, onrealistische waarden aangeeft. Onderstaand vindt U een afbeelding dewelke het temperatuurverloop in de zone van de bevestiging van de gevelsteen weergeeft. Door deze bevestiging stijgt de ψ -waarde met circa 0,03 W/mK, wat serieuze problemen aangaande het bekomen van de vereisten waarden kan veroorzaken. Wij gaan hier verder op in bij het hoofdstuk omtrent constructie van dit detail (§3.9.2.1.4)



Afbeelding 5: Temperatuurverloop in de zone van de bevestiging van de gevelsteen

Onderstaand vindt U een tabel met de ψ -waarden van de verschillende details.

Inbouw buitenschrijnwerk	Ψ -waarde
	W/mK
Linteel	
Buitenschrijnwerk in het midden van de isolatie	
Aanslag 3 cm bevestiging multiplex	
Teruggemetste dag geen supplementaire isolatie (D 3.8.12)	0,0231
Teruggemetste dag geen supplementaire isolatie PUR (D 3.8.12)	0,0180
Teruggemetste dag afgeschuind vol isolatie (D 3.8.13)	0,0173
Teruggemetste dag afgeschuind vol isolatie (D 3.8.13) PUR	0,0145
Afgewerkt met plaatmateriaal (D 3.8.14)	0,0111
Afgewerkt met plaatmateriaal (D 3.8.14) PUR	0,0102
Teruggemetste dag met vacuüm isolatie (D 3.8.18)	0,0145
Teruggemetste dag met vacuüm isolatie (D 3.8.19)	0,0029
Aanslag 3 cm bevestiging ankers	
Teruggemetste dag met vacuüm isolatie (D 3.8.18)	0,0033
Teruggemetste dag met vacuüm isolatie (D 3.8.19)	-0,0098
Teruggemetste dag geen supplementaire isolatie (D 3.8.15)	0,0173
Teruggemetste dag geen supplementaire isolatie PUR (D 3.8.15)	0,0116
Teruggemetste dag afgeschuind vol isolatie (D 3.8.16)	0,0118
Teruggemetste dag afgeschuind vol isolatie PUR (D 3.8.16)	0,0067
Afgewerkt met plaatmateriaal (D 3.8.17)	0,0067
Afgewerkt met plaatmateriaal PUR (D 3.8.17)	0,0060
Aanslag 4 cm bevestiging ankers	
Afgewerkt met plaatmateriaal (D 3.8.17)	0,0051
Afgewerkt met plaatmateriaal PUR (D 3.8.17)	0,0040
Buitenschrijnwerk direct achter gevelsteen	
Aanslag 3 cm bevestiging multiplex (D 3.8.20)	0,0287
Aanslag 3 cm bevestiging ankers (D 3.8.21)	0,0211
Aanslag 3 cm bevestiging ankers met vacuüm (D 3.8.21)	0,0097
Buitenschrijnwerk midden isolatie bevestiging gevelsteen	
Teruggemetste dag geen supplementaire isolatie MP (D 3.8.15)	0,0569
Teruggemetste dag afgeschuind vol isolatie (D 3.8.16)	0,0429

Tabel 20: ψ -waarden inbouw buitenschrijnwerk linteel

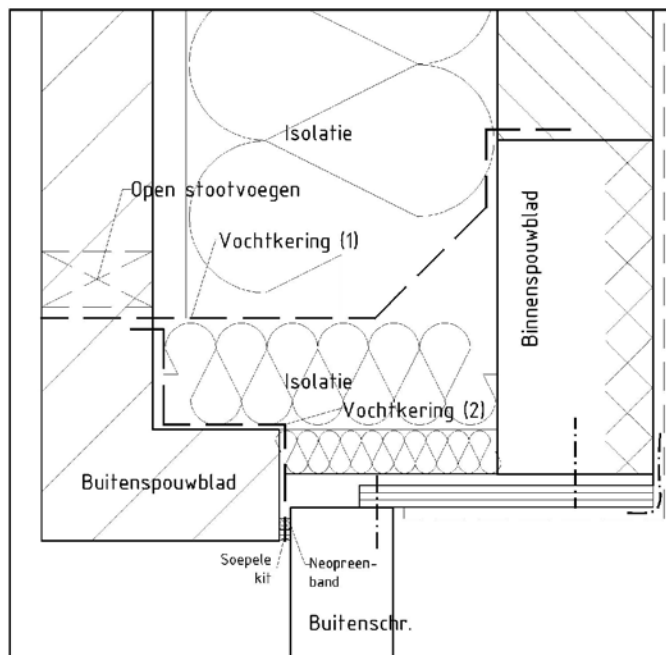
3.8.2.1.2. Luchtdichtheid

De luchtdichtheid dient op dezelfde manier bekomen worden als bij de horizontale details. Hierdoor verwijzen wij U naar dit hoofdstuk. (3.8.1.2)

3.8.2.1.3. Vocht

De vochtbestrijding van dit detail dient zich te richten op 2 vlakken. Eerst en vooral dient het spouwvocht, hetwelke uit de spouw eventueel zakt, verwijderd te worden uit de spouw. Ten tweede dient er voorkomen te worden dat er vocht wordt opgetrokken naar binnen toe.

Om het spouwvocht uit de spouw te verwijderen dient er boven het buitenschrijnwerk en eventueel boven de bevestiging van de gevelsteen, een vochtkering (zie (1) detail 48)geplaatst te worden dewelke in stijgende lijn wordt geplaatst naar binnen toe zodat het spouwvocht steeds in de richting van het gevelmetselwerk wordt geleid. In het gevelmetselwerk zullen dan open stootvoegen moeten worden voorzien ter verwijdering van het spouwvocht. Onder deze vochtkering dient men steeds met een volle spouwvulling te werken om inwendige condensatie te vermijden. Hierdoor zal de isolatie in aanraking komen met het buitenspouwblad. Ook dient de vochtkering aan de zijkanten omhoog te worden geplooid om te vermijden dat het vocht langs de zijkant van de vochtkering afloopt en zo vochtophopingen in de spouw kan veroorzaken.



Detail 48: Vochtkering aan het linteel

Doordat er vocht door het buitenspouwblad zou kunnen infiltreren naar binnen toe dient er, ter voorkoming van het doortrekken van vocht, een vochtkering geplaatst te worden. Een veel voorkomende methode is het plaatsen van een vochtfolie (zie (2) op detail 48). Een andere methode is het afcementeren van de achterzijde van de gevelsteen. Echter is bij de tweede methode de kwaliteit van uitvoering, betrouwbaarheid en de duurzaamheid in vraag te stellen.

3.8.2.1.4.Constructief

Constructief dient men de uitsparing die het buitenschrijnwerk maakt in de gevel, correct op te vangen. Voor het binnenspouwblad is hier geen probleem. Hier wordt een betonnen of stalen balk geplaatst tot opvang van de bovenliggende constructie. Voor het opvangen van het gevelmetselwerk rijzen hier enkele bedenking/ overwegingen.

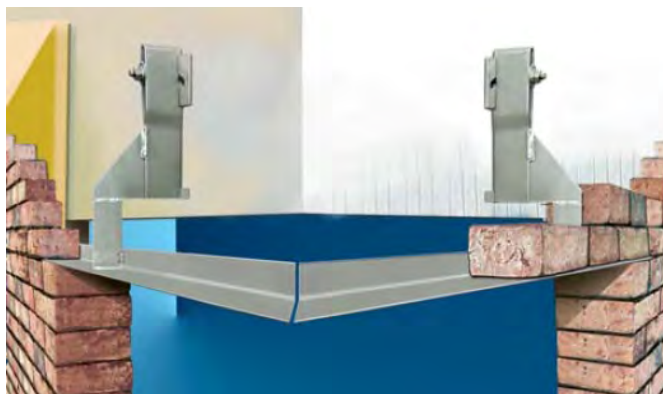
Bij relatief grote overspanningen ($L > 2\text{m}$) is het gebruikelijk dat het gevelmetselwerk bevestigd wordt aan het binnenspouwblad om deze overspanning te kunnen maken (zie afbeelding 6). Thermisch bekomt men hier dan een significante verhoging van de ψ -waarden met de daarbij horende mogelijke problemen.

Daarom is het aan te raden om de mogelijkheid te onderzoeken om deze bevestiging te laten vallen en een andere methode te vinden tot opvang van de overspanning van het gevelmetselwerk.

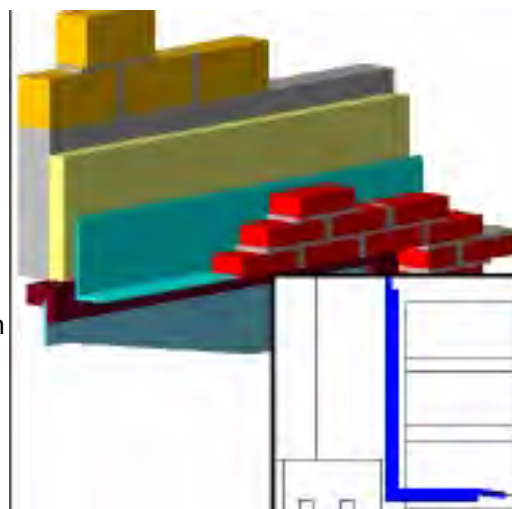
Voor vermijden van de benodigde bevestiging van het gevelmetselwerk met het binnenspouwblad bestaan verscheidene methoden :

- Overspanningen verkleinen.
- Gebruik maken van L-profiel tot ondersteuning van het metselwerk dit enkel gesteund op het omliggend metselwerk. Deze techniek is toepasbaar met gangbaar profiel tot ongeveer een overspanning van 2 m. Voor grotere overspanningen dient dit steeds bekeken te worden.
- Gebruik van gewapend metselwerk. Hier gaat men door het aanbrengen van wapening in verschillende lagen van het metselwerk een balk vormen met het metselwerk. (type Murfor zie afbeelding 8) Hier kan men vrij grote overspanningen mee bekomen. Echter dient men dit wel geval per geval te bekijken en dient men steeds voldoende metselwerk boven de overspanning te hebben om de “ balk “ te vormen”. Bij de berekening dient men zowel rekening te houden met de verticale en de horizontale lasten (wind).

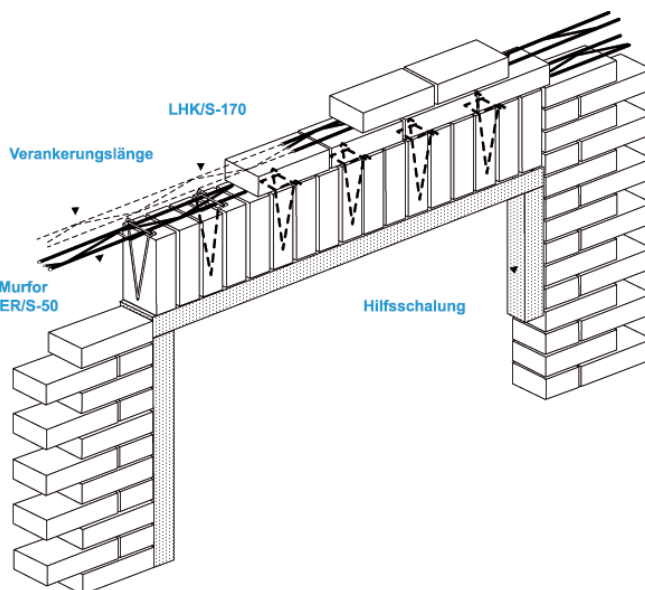
Omtrent de voeg tussen het buitenschrijnwerk en het gevelmetselwerk en het aansluiten van pleisterwerk zie hoofdstuk 3.8.1.4 aangaande deze punten in de horizontale snede.



Afbeelding 6: Ondersteuningsconsoles voor metselwerk (bron : Plakabeton)



Afbeelding 7: L-profiel (bron : Scaldex, Catnic)



Afbeelding 8: Gebruik murfor

3.8.2.2.Dorpel

De dorpel zal aan de onderste zijde van het buitenschrijnwerk worden ingewerkt om het water, dat van het raam afloopt, terug naar de voorzijde van de gevelsteen te brengen. Hierdoor dienen enkele voorzorgsmaatregelen te worden genomen om vochtindringing te voorkomen.

Traditioneel werden deze dorpels steeds in natuursteen genomen (meestal arduin). Momenteel wordt er echter ook veel gebruik gemaakt van aluminium dorpels. Het nadeel van de aluminium dorpels is dat deze niet kunnen gebruikt worden onder deuren en loopramen. Hier zouden teveel beschadigingen ontstaan door het loopverkeer. De natuurstenen dorpels hebben dan weer een grotere dikte waardoor thermisch goed inwerken van het buitenschrijnwerk wordt bemoeilijkt. Bij natuurstenen dorpels kan het raam op de dorpel steunen. Bij aluminium dient sowieso een andere steun voorzien te worden.

Hier gaat nog een groot verschil merkbaar zijn tussen ramen en deuren. Het raam zal steunen op de dorpel, de deur daarentegen zal achter de dorpel doorlopen tot circa de onderzijde van de dorpel. De deur zal enkel een waterdichte aansluiting hebben op de bovenzijden van de dorpel. Hierdoor zullen de ramen en deuren afzonderlijk besproken worden.

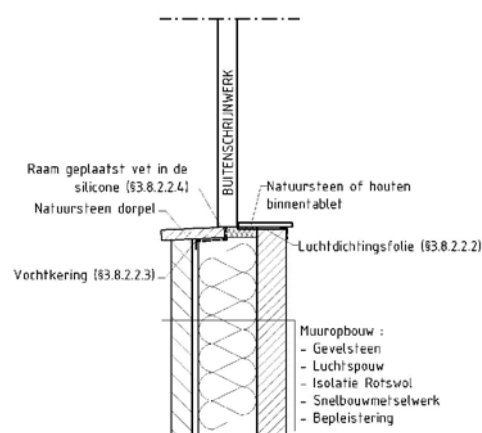
3.8.2.2.1.Thermische oplossingen

a) Ramen

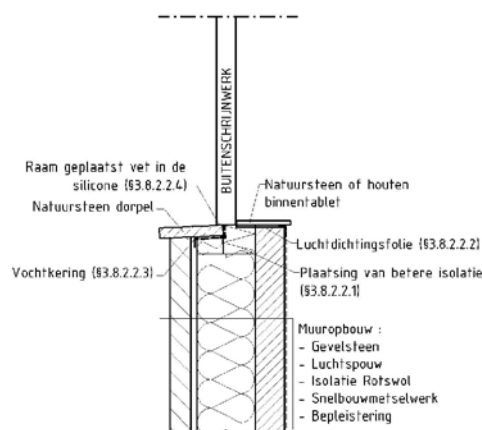
De plaatsing van het raam zal steeds gebeuren op de dorpel. (met of zonder extra steunen) Hierdoor zal de dorpel gedeeltelijk in de isolatie van de spouw komen te zitten. De dorpel zal een warmtestroom veroorzaken dewelke rond het buitenschrijnwerk loopt. Indien men de isolatie gewoon zo ver mogelijk laat doorlopen en laat aansluiten met zowel dorpel als buitenschrijnwerk en raamtablet, bekomt men ψ -waarden van rond de 0,03 à 0,04 W/mK wat het behalen van de waarde voor het buitenschrijnwerk incl. inbouw $U < 0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$ zal bemoeilijken.

Tot verbetering van deze waarden zal men isolatiemateriaal met een betere isolerende waarde dienen te gebruiken langs het buitenschrijnwerk. Vacuum-isolatie zou hier kunnen worden toegepast om deze warmtestroom te verminderen, maar ook met het plaatsen van bijvoorbeeld PUR-isolatie kan de ψ -waarde reeds verminderd worden naar circa 0,02 W/mK. Het beste resultaat behaalt men wanneer men de isolatie verticaal over een bepaalde zone doortrekt van het schrijnwerk naar binnen toe (zie detail 50). In bijgevoegde details kan U enkele mogelijkheden hiervan uitgewerkt zien.

Het gebruik van een aluminium dorpel in plaats van natuursteen geeft een lichte verbetering aangaande de isolerende waarde van het detail. Dit komt omdat de isolatie verder kan blijven doorlopen (dorpel is dunner). Nadelig op thermisch vlak is dat het raam op steunen dient geplaatst te worden. Deze zullen dan weer een lichte vermindering geven van de isolerende waarde. Over het geheel van het detail bekeken komt de aluminium dorpel thermisch iets beter naar voren ten opzichte van de natuursteen dorpel.



Detail 49: inbouw raam natuursteen dorpel

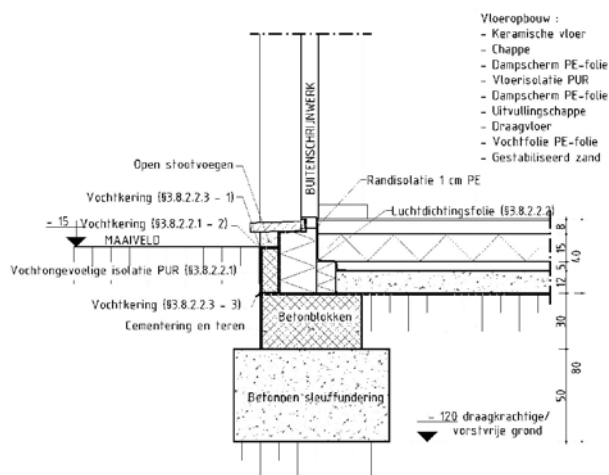


Detail 50: Inbouw raam natuursteen dorpel supplementaire isolatie

b) Deuren

Bij de deuren zal er een aansluiting dienen gemaakt te worden met de vloerplaat in plaats van met de gevel. Doordat bij een deur de overstaphoogte, ter behoud van comfort, zo laag moet worden gehouden zal bij passiefhuisschrijnwerk gekozen worden om de onderregel te laten zakken tot de bovenzijde net boven de dorpel uitkomt. Zo kan men onderaan een dubbele aanslag in verband met luchtdichtheid inbouwen met een opkant van circa 1 à 2 cm.

Het voordeel ten opzichte van de inbouw van het raam is dat zo de onderregel doorloopt achter de dorpel door en zo de thermische aansluiting vergemakkelijkt. De dorpel van de deur zal steeds bestaan uit een hard, duurzaam materiaal, zodanig dat het loopverkeer deze niet zal beschadigen.



Detail 51: inbouw deur dorpel met fundering op volle grond

c) ψ -waarden

In onderstaande tabel vindt U de ψ -waarden van de verschillende details.

Uit de berekeningen blijkt dat de waarde van $\psi < 0,01 \text{ W/mK}$ vlot gehaald wordt bij de aansluiting van de deur of raam zonder borstwering, echter kan men stellen dat dit meer te maken heeft met de manier van berekening van de ψ -waarde, dan met het al dan niet betere isolerend vermogen van het detail. Het is in principe te stellen dat het vergelijken van ψ -waarde enkel mogelijk is tussen dezelfde details omwille van de berekening met buitenmaten.

Anderzijds blijkt dat de raamaansluiting met natuurstenen dorpel de ψ -waarde van $0,0125 \text{ W/m}^2\text{K}$ niet haalbaar is, tenzij men gebruik maakt van vacuümisolatie. Bij het gebruik van een aluminium dorpel zijn de waarden in kleine mate beter maar bekomt men nog steeds niet de gewenste waarde. Voor het raam zal men dan bijna altijd voor een betere horizontale en linteeloplossing (bv aanslag 4 cm afgewerkt met plaatmateriaal) moeten kiezen om de waarde voor het totaal raam inclusief inbouw te bekomen van $0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Men kan in dit geval ook steeds opteren om het buitenschrijnwerk met betere thermische kwaliteiten te nemen. Dan hoeft men voor de inbouw geen vacuümisolatie te plaatsen om de vereiste inbouwwaarden te bekomen. Dit zal echter wel financiële gevolgen hebben.

Inbouw buitenschrijnwerk	Ψ -waarde
	W/mK
<u>Dorpel raam</u>	
Buitenschrijnwerk in het midden van de isolatie	
Natuursteen dorpel	
Teruggemetste dag geen supplementaire isolatie (D 3.8.22)	0,0373
Teruggemetste dag geen supplementaire isolatie PUR (D 3.8.23)	0,0292
Teruggemetste dag geen supplementaire isolatie VAC (D 3.8.23)	0,0290
Teruggemetste dag verticale extra isolatie PUR 15 cm (D 3.8.23)	0,0246
Teruggemetste dag verticale extra isolatie PUR 20 cm(D 3.8.23)	0,0228
Teruggemetste dag verticale extra isolatie vacuum 15 cm (D 3.8.23)	0,0089
Teruggemetste dag verticale extra isolatie vacuum 15 cm vol (D 3.8.23)	0,0063
Teruggemetste dag verticale extra isolatie vacuum 20 cm(D 3.8.23)	0,0043
Teruggemetste dag verticale extra isolatie vacuum 20 cm vol (D 3.8.23)	0,0006
Aluminium dorpel	
Geen supplementaire isolatie (D 3.8.24)	0,0306
PUR (D 3.8.24)	0,0201
Vacuum (D 3.8.24)	0,0091
Buitenschrijnwerk direct achter gevelsteen	
Natuursteen dorpel	
Geen supplementaire isolatie (D 3.8.27)	0,0398
PUR (D 3.8.28)	0,0300
Vacuum (D 3.8.28)	0,0135
extra verticale isolatie PUR 20 cm (3.8.28)	0,0231
extra verticale isolatie vacuum 20 cm (3.8.28)	0,0064
Aluminium dorpel	
Geen supplementaire isolatie (D 3.8.29)	0,0387
PUR (D 3.8.29)	0,0327
Vacuum (D 3.8.29)	0,0178
<u>Dorpel deur</u>	
Buitenschrijnwerk in het midden van de isolatie	
Geen supplementaire isolatie (D 3.8.30 & 31 & 32)	-0,0072
Buitenschrijnwerk achter buitenspouwblad	
Geen supplementaire isolatie (D 3.8.33)	0,0037

Tabel 21: ψ -waarden inbouw buitenschrijnwerk aan dorpel

3.8.2.2.2. Luchtdichtheid

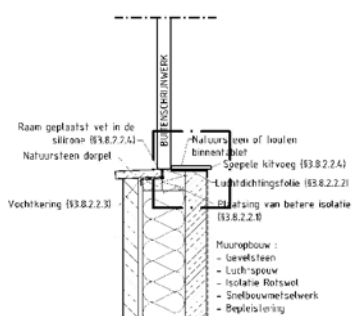
a) Ramen

Om de luchtdichtheid van het geheel te bekomen dient ook de onderzijde van het raam perfect aan te sluiten op de luchtdichte laag van de gevel. Enkele methoden zijn hiervoor mogelijk.

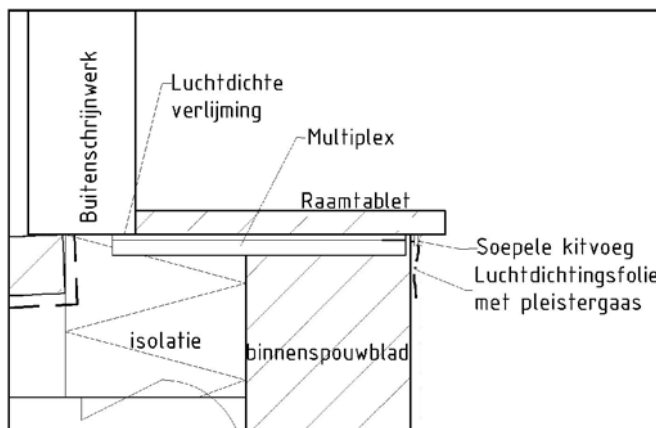
Men kan idem aan andere aansluitingen gebruik maken van een multiplex plaat waarmee het raam gemonteerd wordt. Hierop kan dan een raamtablet op gemonteerd worden. De voorkeur gaat dan wel uit naar een houten raamtablet omdat een natuurstenen raamtablet zou kunnen los komen te liggen door het werken van het hout. De aansluiting van het multiplex op het pleisterwerk zal gebeuren met een luchtdichtingsfolie met pleistergaas. Zie detail 52

Een andere methode is om een luchtdichtingsfolie te verkleven met het raam, deze dan tot aan de binnenzijde van het binnenspouwblad te laten doorlopen en hier dan met een luchtdichtingsfolie met pleistergaas met het pleisterwerk te verbinden. Het raamtablet kan dan gewoon bovenop de folie geplaatst worden. Zie detail 53. Men zal de luchtdichtingsfolie met pleistergaas ook moeten gebruiken om de luchtdichtingsfolie aan te sluiten met pleisterwerk van de linker- en rechterdaggant.

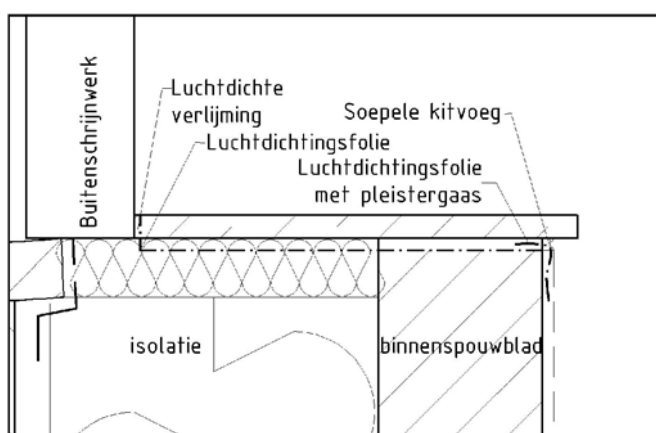
Men kan ook de keuze maken om het pleisterwerk te laten doorlopen tot aan het raam en hier met een luchtdichtingsfolie met pleistergaas de koppeling te maken met het raam. Hier kan dan het raamtablet op het pleisterwerk geplaatst worden. Zie detail 54



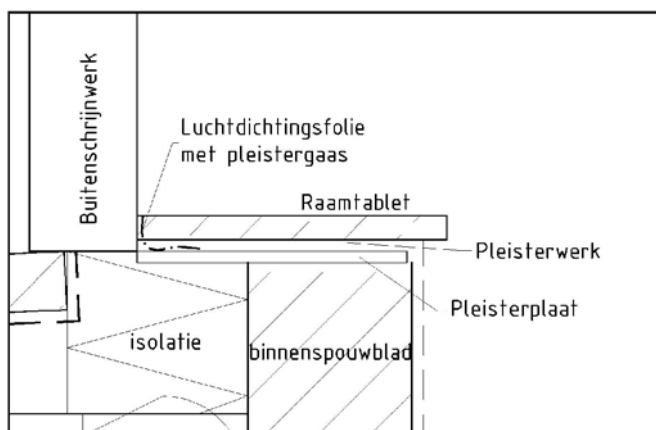
Situering detail 52 t/m 54



Detail 52: Luchtdichtheidsaansluiting met multiplex



Detail 53: Luchtdichtheidsaansluiting met luchtdichtingsfolie tot een raam

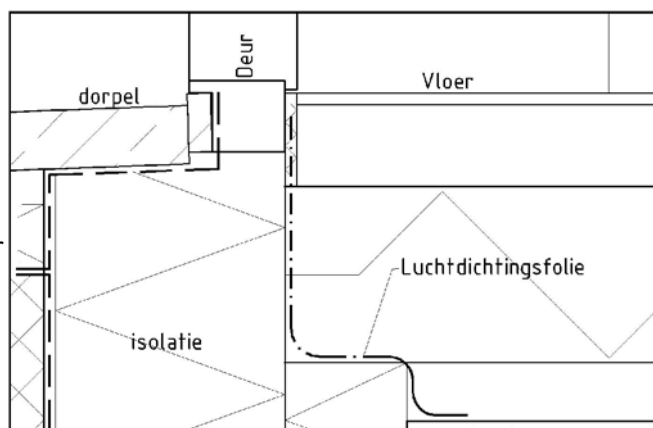


Detail 54: Luchtdichtingsaansluiting met pleisterwerk tot aan het raam

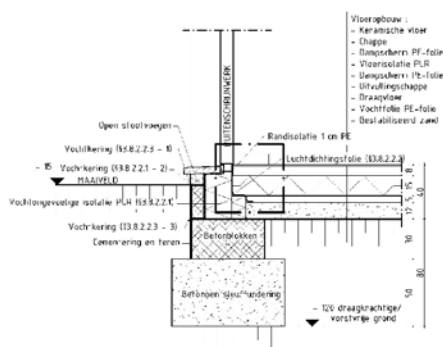
b) Deuren & ramen zonder borstwering

De luchtdichtheidsaansluiting zal hier niet dienen te gebeuren tussen het buitenschrijnwerk en de gevel maar tussen het buitenschrijnwerk en de vloerplaat. Hierdoor valt de oplossingsmethode met een multiplex plaat weg. Men zal de luchtdichte aansluiting moeten maken met een folie conform het detail van de aanzet van de spouwmuur met het verschil dat hier de luchtdichtingsfolie met het raam- of deurkader dient verlijmd te worden.

Men moet bij het plaatsen van de luchtdichtingsfolie zeer goed letten op het maken van de hoeken van de dagkant van de deur met de luchtdichtingsfolie. Hier kunnen bij onnauwkeurige plaatsing zeer gemakkelijk luchtlekken ontstaan. Bij het maken van de hoek dient gestreefd te worden naar het maken van vouwen in plaats van de luchtdichtingsfolie in te snijden om met deze hoek om te gaan. Deze vouw dient dan wel verlijmd te worden om luchtlekken via deze weg te voorkomen.



Detail 55: Luchtdichtingsaansluiting deur



Situering detail 55

3.8.2.2.3. Vocht

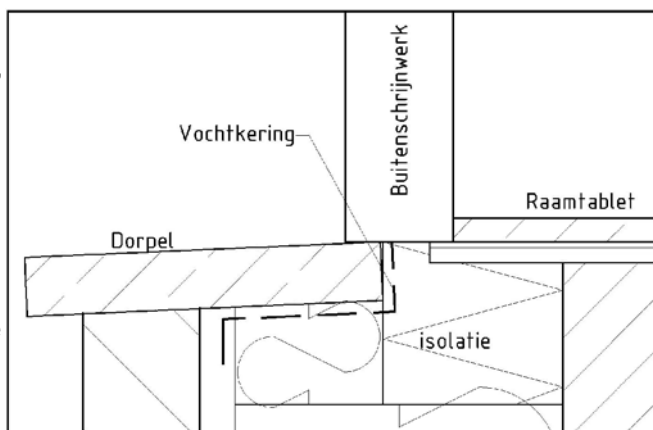
Vocht is ook bij dit detail een geduchte tegenstander. Op verscheidene manieren kunnen er bij dit detail vochtproblemen ontstaan. Al het water dat door regen op het buitenschrijnwerk valt daalt naar beneden en zal op de dorpel terecht komen. Hierdoor kunnen verschillende problemen rijzen:

- Vochtinfiltratie tussen dorpel en buitenschrijnwerk
- Vochtinfiltratie in de wand achter de dorpel
- Vochtplekken in het gevelmetselwerk onder en rond de dorpel

Om de vochtinfiltratie tussen dorpel en buitenschrijnwerk te voorkomen zijn er 2 verschillende methoden, dewelke hoofdzakelijk afhankelijk zijn van het buitenschrijnwerk zelf.

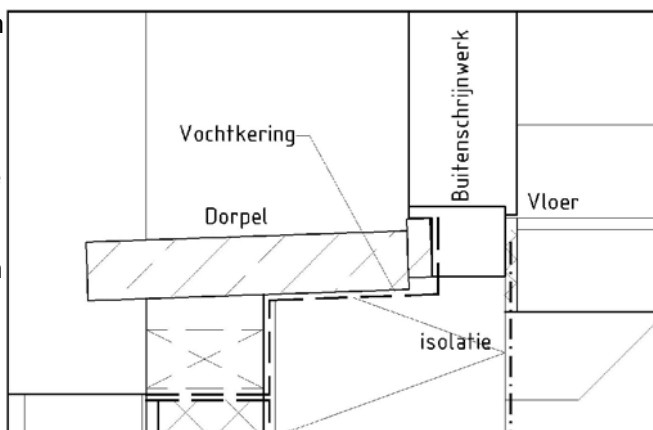
Bij de aansluiting van deuren is het de gewoonte om met dorpels te werken met een opkant achteraan van minimaal 10 mm, sommige raamfabrikanten leggen deze eis ook op voor hun ramen. De opkant zal ervoor zorgen dat er geen water tussen de voeg van de dorpel en het buitenschrijnwerk kan tussen worden geblazen door de wind.

Men heeft bij ramen dan ook nog de mogelijkheid om de ramen zat in de silicone op de dorpel te plaatsen. Deze oplossingsmethode is in de praktijk zeer veel toegepast. Hier zal de siliconenvoeg zorgen voor een afdoende waterdichting.



Detail 56: Plaatsing vochtkering bij dorpels

Bij een natuurstenen dorpel is het mogelijk dat er vocht, door de porositeit van de steen en van de voegen van de steen, water infiltreert tot achter de dorpel. Om vochtproblemen binnen te vermijden kan men beter een vochtkering plaatsen achter de dorpel waar deze in contact komt met de isolatie. Zie detail 56. Indien de natuurstenen dorpel bestaat uit verscheidene stukken, dient de voeg tussen de verschillende stukken te worden opgekit om vochtindringing en uitbrokkeling van de voeg te vermijden.



Detail 57: Plaatsing vochtkering bij dorpel deur

Bij een deur zal men de folie, dewelke normaliter in het binnenspouwblad wordt gewerkt, moeten omplooiën tot deze achter de dorpel aan kan geplaatst worden. Best kan hiervoor reeds links en rechts van de deur een vouw in de vochtkeringsfolie geplaatst worden. Op deze manier kan deze gemakkelijk en vochtdicht omgeplooid worden. (zie detail 57)

Door het aflopen van water van de dorpel kunnen er in het gevelmetselwerk natte plekken ontstaan. Ten eerste onder de dorpel en ten tweede aan de zijkant van de dorpel. Om dit te voorkomen moeten alle dorpels voor ramen met borstwing voorzien zijn van een druipgroef (ter voorkoming van de natte plek onder de dorpel) en kunnen de dorpels voorzien worden van zijdelingse opzetkussens (*barabouten*) (ter voorkoming van natte plekken aan de zijkanten van de dorpels) (zie foto 1). Deze oplossing wordt slechts in de minderheid van de gevallen toegepast, echter zal dit bij een poreuze steen zeker aftekening van vocht veroorzaken.



Foto 4: Dorpel met opzetkussens

3.8.2.2.4. Constructief

Om ook constructief de inbouw van het raam goed te kunnen maken zijn er enkele aandachtspunten waarmee men rekening moet houden.

Bij het plaatsen van het buitenschrijnwerk in het midden van de isolatie zal de buitendorpel een heel stuk naar binnen moeten steken om onder het buitenschrijnwerk te komen. Hierdoor kunnen er bij grote ramen (meerdere stukken dorpel) problemen ontstaan door het gewicht van het buitenschrijnwerk, aangezien deze de dorpel mogelijk naar beneden zal drukken. Om dit te voorkomen dient de dorpel aan de zijkanten goed en degelijk worden ingewerkt en kan het zijn dat bij meerdere stukken dorpel ondersteuning dient voorzien te worden.

Een dorpel kan pas als dragend aanzien worden als deze voldoet aan onderstaande eisen¹⁴.

1. De dikte van de natuursteen moet ten minste 50 mm bedragen voor een maximum uitkraging van 50 mm
2. De correct gedimensioneerde dorpel van natuursteen dient zijdelings in het metselwerk te worden ingewerkt over een diepte van minstens 50 mm, dit om kantelen te vermijden.
3. De natuursteen moet een minimale helling hebben van 5% naar buiten.
4. De dorpel dient uit één stuk te bestaan en een maximale dagbreedte te hebben van 1400 mm.

Dit impliceert dat enkel bij plaatsing van het buitenschrijnwerk direct achter het buitenspouwblad, de dorpel als dragend kan aanzien worden. Bij het plaatsen van het buitenschrijnwerk met een teruggemetste dag (buitenschrijnwerk in het midden van de isolatie) zal de bevestiging van het raam dus volledig moeten steunen op de bevestiging aan de 4 zijden van het buitenschrijnwerk.

Als men het raam vlak achter het buitenspouwblad zet heeft men een zeer breed raamtablet langs de binnenzijde over, wat mogelijk ook versteviging vraagt om niet in de spouw te vallen. Bij een houten raamtablet kan deze op het binnenspouwblad bevestigd worden. Een natuursteen tablet vraagt dat deze ingewerkt wordt in de muur zodanig dat deze op deze wijze voldoende stevigheid verkrijgt. Men moet er wel op letten dat bij deze methode de luchtdichtingsfolie niet beschadigd wordt.

Om het pleisterwerk niet tegen het raamtablet te laten afscheuren kan ook hier beter een soepele kitvoeg voorzien worden. (Zie detail 52 & 53) Ook de voeg in de vloer tussen de vloertegel en het buitenschrijnwerk, hetwelk aansluit met de vloer, kan men beter opkitten dan opvoegen. Deze voeg scheurt na verloop van tijd anders toch af.

14 Bron : WTCB TV 188 : plaatsen van buitenschrijnwerk – Juni 1993

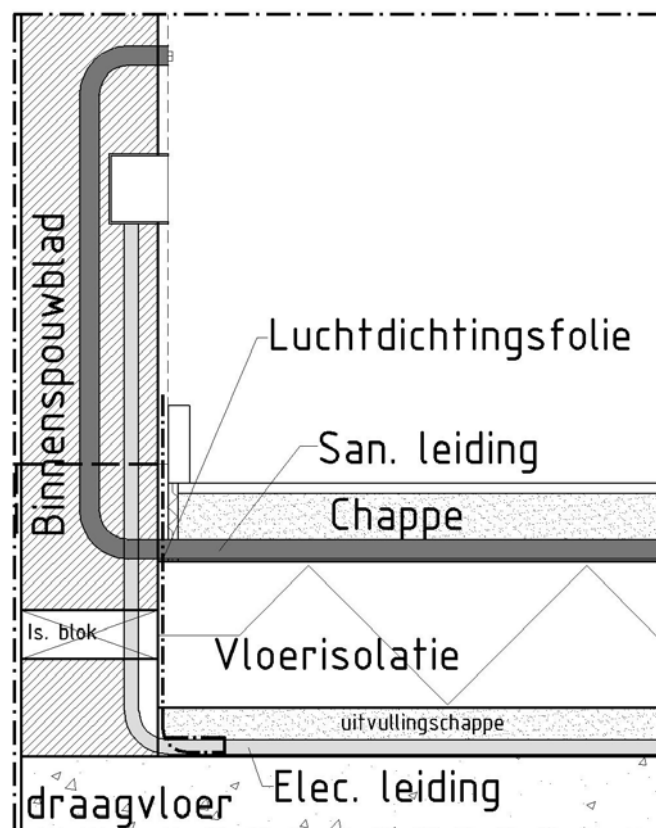
3.9. Inwerken van leidingen in buitengevel (luchtdichting)

Een detail dat bij het tekenen van de plannen veel over het hoofd zal worden gezien, is het inwerken in het binnenspouwblad van de elektriciteits-, sanitair, en verwarmingsleidingen.

Aangezien deze de luchtdichte laag van de buitengevel onderbreken of penetreren dient hier de nodige aandacht aan te worden geschonken. (zie detail 58)

Een eerste oplossingsmethode is om aansluitingen in het binnenspouwblad zoveel mogelijk te vermijden. Dit zal uiteraard niet overal mogelijk zijn maar er zijn heel wat bruikbare alternatieven. Bijvoorbeeld kunnen stopcontacten en andere aansluitingen via vloerpunten worden ingewerkt, kan de sanitaire aan- en afvoer voor de muur worden geplaatst (indien deze in de kast vallen), en eventuele verwarmingsaansluitingen worden dan ook, indien op een buitengevel, beter aangesloten vanuit de vloer.

Het vermijden zal niet altijd mogelijk zijn. Hierdoor zullen er toch enkele elektriciteitsinbouwdozen en andere aansluitingen luchtdicht moeten worden gemaakt.



Detail 58: inbouw leidingen in binnenspouwblad

De elektriciteitleidingen zullen geplaatst worden op de beton waarover dan de luchtdichtingsfolie geplaatst wordt. De sanitaire en verwarmingsleidingen zullen geplaatst worden binnen het "beschermde" volume en zullen zodoende op de isolatie geplaatst worden. Hierdoor zal deze leiding de luchtdichtingsfolie penetreren, net boven de isolatie.

De sanitaire leidingen zullen reeds in de muur worden geplaatst voor de pleister- en luchtdichtingswerken. Echter dan kan deze nog niet op de isolatie worden geplaatst, aangezien deze dan nog niet geplaatst is. Men zou dit kunnen oplossen door de leidingen een stuk te laten uitsteken en de overige leiding dan later, na het plaatsen van de isolatie, te plaatsen en te koppelen met de leiding in de muur. Echter is het niet aangewezen om een veelvoud aan koppelingen te maken in de chappe. De kans op lekken is er namelijk steeds reëel. Een reden te meer om te vermijden leidingen in het binnenspouwblad te plaatsen. De hele leiding los laten hangen waar deze buiten komt is een onhaalbare kaart omdat deze in de weg zal zitten voor het pleisteren. Dan dient men een gleuf in de luchtdichtingsfolie te snijden om deze te laten aansluiten, wat het luchtdicht maken van de aansluiting dan weer bemoeilijkt. Dergelijke problemen zullen ervoor zorgen dat de keuze tot koppelen snel zal gemaakt worden.

Doordat de leiding onderaan de luchtdichtingsfolie gaat penetreren zal er hier moeten gewerkt worden met een aansluitmanchet. (zie foto 5) Deze zal over de leiding worden geschoven en zal dan verlijmd worden met de luchtdichtingsfolie om een goede luchtdichtheid te bekomen.



Foto 5: Aansluitmanchet luchtdichtheid

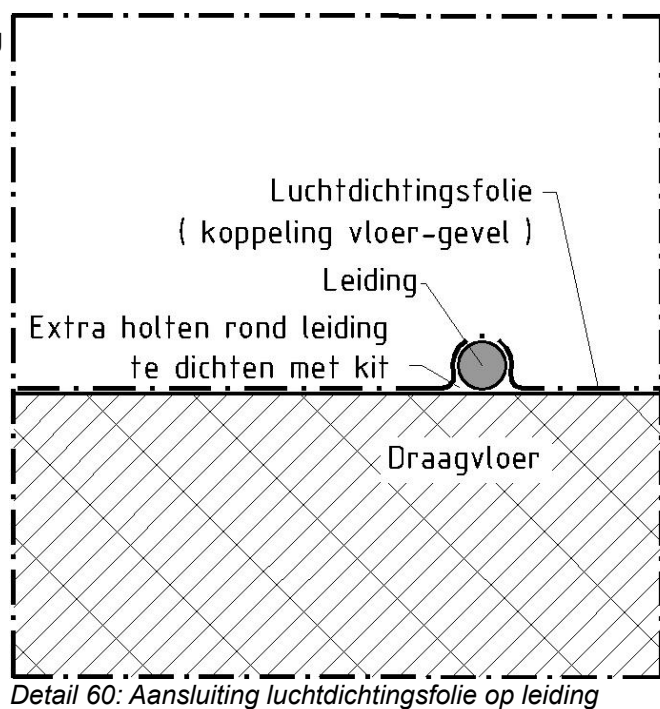
Voor de sanitair- en verwarmingspunten dewelke het pleisterwerk penetreren moet men, nadat men zorgvuldig rond de leidingen gepleisterd heeft, deze rondom insnijden en een kitnaad plaatsen. Dit om te vermijden dat bij het werken van beide materialen een luchttek ontstaat. Zie detail 59.

Voor de elektriciteitsleidingen zal men de luchtdichtingsfolie plaatsen, na het aanbrengen van de leidingen. Deze leidingen kunnen het luchtdicht verkleven van de folie op de verschillende vlakken erg bemoeilijken. Men zal ervoor dienen te zorgen dat er steeds voldoende kit rondom de leidingen geplaatst wordt om het afdoende luchtdicht verkleven van de folie te bekomen. Zie detail 60.

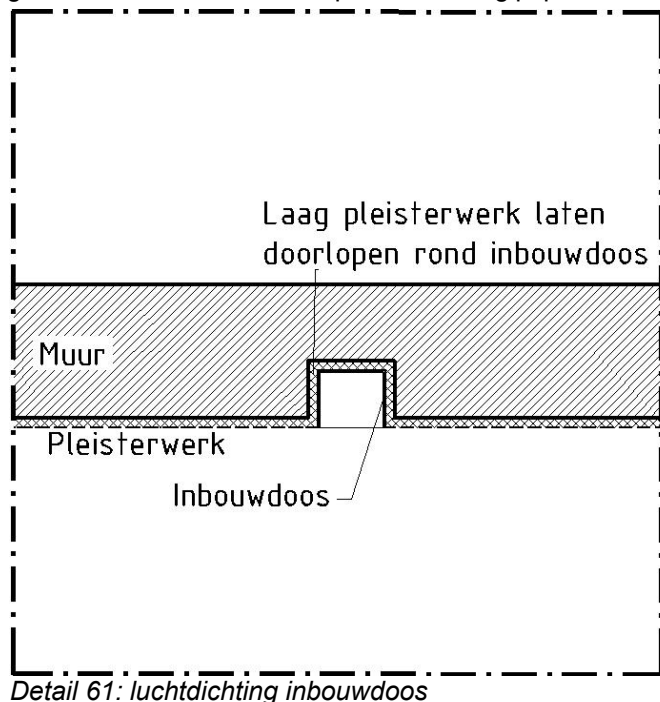
De leiding zelf zal dan nog luchtdicht moeten gemaakt worden bij penetreren van het pleisterwerk van het binnenspouwblad. Bij elektrische aansluitpunten zal de preflexkabel op een inbouwdoos worden aangesloten en van hieruit zullen dan de elektriciteitsdraden aangesloten worden op het aansluitpunt. Hier stelt zich dus een tweeledig probleem, enerzijds dient de inbouwdoos volledig luchtdicht aan te sluiten met het pleisterwerk, anderzijds zal de kabel ook weer luchtdicht dienen aangesloten te worden in de inbouwdoos. Er zijn in de handel inbouwdozen verkrijgbaar dewelke zelf de luchtdichting van de doos en de aansluiting garanderen. (zie foto 6) De aansluiting zou dan kunnen hierdoor zal deze aansluiting met het pleisterwerk van de gevel goed kunnen verlopen. Zie detail 61.



Foto 6: luchtdichte elektrische inbouwdoos



gebeuren door de dozen te plaatsen met gipspleister,



Indien men gebruik maakt van andere inbouwdozen kan men deze alsnog in het gipspleister plaatsen, echter dient men er dan wel op te letten dat het gipspleister een volledige en ononderbroken laag vormt achter de inbouwdoos. De elektriciteitsdraden dienen dan ook aan de binnenzijde van de doos te worden afgekit. Het plaatsen van een luchtdichtingsfolie achter de inbouwdoos lijkt geen duurzame oplossingen, vooral bij stopcontacten zou de inbouwdoos met stopcontact er kunnen worden uitgetrokken door het eenvoudig uittrekken van een stekker.

De verticaal opgaande elektriciteitsleidingen penetreren ook de thermische onderbreking van het binnenspouwblad. Hier zal bij het inslijpen van de leiding een behoorlijk stuk worden uitgeslepen. Wanneer deze gewoon wordt aangesmeerd met mortel zal deze een puntkoudebrug geven. Om dit te vermijden dient de uitgeslepen voeg, na plaatsing van de leiding, tot de hoogte van de thermische onderbreking te worden opgespoten met polyurethaanisolatie. Deze zal dan de koudebrug verminderen maar de leiding op zich zal steeds een puntkoudebrug blijven vormen.

4.Besluit

Uit het voorgaande kan men concluderen dat de bouw van een passiefhuis met een traditionele spouwmuurconstructie een haalbare kaart is. Er dient echter rekening te worden gehouden met enkele moeilijke punten dewelke aansluitingen bemoeilijken (vooral het niet-isolerende binnen en buitenblad). Al bij al blijven de oplossingen zowel economisch als praktisch haalbaar. Als nadeel van de traditionele spouwmuurconstructie kan men stellen dat de muurbreedte een stuk breder wordt dan wanneer men vergelijkt met bijvoorbeeld houtskeletbouw of massiefbouw met isolatiepleister. De warmtecapaciteit, bekendheid en het authentieke uitzicht spreken dan weer in zijn voordeel.

Deze masterproef pretendeert niet volledig te zijn, deze neemt enkel een greep uit de meest voorkomende details in de woningbouw.

De kwaliteiten van een passiefhuis zullen in grote mate afhangen van 3 peilers, namelijk : voorbereiding, uitvoering en controle. Wanneer één van deze steken laat vallen is het behalen van een passiefhuis praktisch onmogelijk.

Vorbereitung

Uit het onderzoek blijkt dat de passiefhuisbouw in het algemeen niet te vergelijken is met de standaardbouw. Voorafgaandelijk zullen alle details en aansluitingen zeer gedetailleerd moeten bekeken worden welke waarden dan kunnen ingegeven worden in de PHPP-software. Zonder deze voorafgaande oplossingen is dit een sprong in het duister.

De voorbereiding van het passiefhuis is een van de belangrijkste onderdelen van de bouw van een passiefhuis. Reeds in deze fase zal alles reeds bekend moeten zijn voor de bouw van geheel het gebouw. Er mag/kan niets aan het toeval worden overgelaten !

Uitvoering

Uiteraard moeten ook alle instructies dewelke gegeven worden uit de voorbereiding minutieus worden opgevolgd door de uitvoerders. Hierdoor is opleiding noodzakelijk. De mensen dewelke de werken uitvoeren moeten weten welke gevolgen nalatigheid of onverzorgd werk kunnen veroorzaken voor de gebruikers van het passiefhuis. Bijvoorbeeld het niet goed aansluiten van de isolatie zal leiden tot koudebruggen dewelke ervoor kunnen zorgen dat de gewenste temperaturen binnen niet gehaald worden (installaties worden hier niet op berekend) eventuele condensatie en schimmelvorming indien het een natte ruimte betreft zal ook zeker tot de problemen behoren. Alle isolatiewerken en luchtdichtingswerken zijn bij een passiefhuis uiterst belangrijk en dienen dan ook uitgevoerd te worden door mensen met kennis van zaken !

Controle

Zoals eerder reeds aangehaald is op deze werken dan ook een verscherpte controle vereist. Deze zal ervoor zorgen dat er bij fouten of onverzorgd werk van de uitvoering nog tijdig maatregelen kunnen worden genomen om dit recht te zetten.

Tot slot

Tot slot moet iedereen wie aan het project meewerkt weten dat hij werkt aan een droom van iemand, dewelke dusdanig met het milieu meeleeft, dat deze er meer geld voor over heeft om een milieuvriendelijkere woning te bouwen.

In hetzelfde milieu zullen onze kinderen opgroeien, en verder leven. Wij hebben het nu goed, men kan onze kinderen en kleinkinderen het geluk van de natuur toch niet ontfangen !

5. Bijlagen :

5.1. Omschrijving van de Nibe-classificatie

Het Nibe (Nederlands instituut voor bouwbiologie en Ecologie) classificeert alle bouwmaterialen volgens allerlei criteria aan grondstoffen, gebruik, onderhoud en sloop. Hier meet men telkens de milieubelastende en gezondheidsbelastende factoren voor. Door telkens de materialen met dezelfde toepassing te vergelijken krijg men voor alle toepassing een ranking van de meest ecologische en gezonde producten.

Onderstaand vindt U de verschillende criteria

Milleucriteria

- Grondstoffen
- Verontreiniging
- Afval
- Hinder
- Aantasting
- Energie
- Herbruikbaarheid
- Repereerbaarheid
- Levensduur

Gezondheidscriteria

- Fysische agentia
- Chemische agentia
- Biologische agentia
- Ergonomie in verwerking
- Veiligheid

5.2. Gebruikte formules aangaande de berekening van de warmtedoorgangscoefficiënt van de verschillende schildelen¹⁵

5.2.1. Warmteweerstand van een gebouwelement

Materiaal

Indien de warmtegeleidbaarheid van een bouw materiaal gekend is, dan kan de rekenwaarde van de warmteweerstand (R_U), bepaald worden volgens :

$$R_U = \frac{d}{\lambda_U} \quad \text{m}^2\text{K/W} \quad (1)$$

waarin :

- d (m) = dikte van het materiaal
- λ_U (W/mK) = rekenwaarde van de warmtegeleidbaarheid van het materiaal.

¹⁵ Alle formules komen uit de norm prNBN 62-002 _Januari 2007_ Themische prestaties van gebouwen. Berekening van de warmtedoorgangscoefficienten (U-waarden) van gebouwcomponenten en gebouwelementen. Berekening van de warmteoverdrachtscoefficienten door transmissie (H-waarde) en ventilatie (H_v-waarde)

Specifiek geval : in situ gespoten polyurethaanisolatie

Omwille van de moeilijkheden om een exacte dikte te bepalen, zal de warmteweerstand RPUR van een in situ gespoten PUR-isolatielaag als volgt berekend worden :

$$R_{PUR} = a \cdot \left(\frac{d_{PUR}}{\lambda_{U_i, PUR}} \right) \quad \text{m}^2\text{K/W} \quad (2)$$

met :

- R_{PUR} (m²K/W) : gecorrigeerde warmteweerstand van in situ gespoten PUR-isolatie;
- d_{PUR} (m) : dikte van de gespoten PUR-isolatielaag;
- $\lambda_{U_i, PUR}$ (W/mK) : warmtegeleidbaarheid (rekenwaarde) van PUR-isolatie, bepaald volgens 5.3.2 of de tabel A.14b uit bijlage A;
- a (-) : correctieterm, gelijk aan :
 - $a = 0,85$ voor gespoten PUR-isolatiematerialen zonder productspecificatie (alle toepassingen);
 - $a = 0,85$ voor gespoten PUR-isolatiematerialen met productspecificatie (daktoepassing);
 - $a = 0,925$ voor gespoten PUR-isolatiematerialen met productspecificatie (vloertoepassing)

Warmteweerstand van een matig geventileerde spouw

Een matig geventileerde luchtlaag is een luchtlaag waarin een beperkte luchtstroming uit de buitenomgeving mogelijk is. Dit is het geval indien de totale oppervlaktes van de ventilatieopeningen voldoen aan de volgende voorwaarden :

>500 mm² maar <1500mm² per m lengte (verticale luchtlagen)

>500 mm² maar <1500mm² per m² luchtlaag (horizontale luchtlagen)

Indien de totale warmteweerstand van de lagen van een gebouwelement (van oppervlak tot oppervlak) tussen de luchtlaag en de buitenomgeving groter is dan 0,15 m²K/W, dan zal deze warmteweerstand begrensd blijven tot deze waarde (0,15m²K/W)

5.2.2.Bepaling van de totale warmteweerstand van gebouwelementen.

De totale warmteweerstand R_T (van omgeving naar omgeving) van een vlak gebouwelement, opgebouwd uit thermisch homogene bouwlagen, die loodrecht staan op de warmtestroom, wordt berekend volgens :

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se} \quad \text{m}^2\text{K/W} \quad (5)$$

waarin :

- R_{si} (m²K/W) : de warmteovergangsweerstand aan het binnenoppervlak;
- R_1, R_2, \dots, R_n (m²K/W) : de rekenwaarde van de warmteweerstanden van elke homogene bouwlaag in het gebouwelement;
- R_{se} (m²K/W) : de warmteovergangsweerstand aan het buitenoppervlak.

Warmteweerstand van bouwlagen met voegen.

De warmteweerstand (R) van de bouwlaag met voegen is gelijk aan :

$$R = d/\lambda_U \text{ (m}^2\text{K/W)} \quad (10)$$

met : d (m) : dikte van de bouwlaag met voegen;
 λ_U (W/mK) : de equivalente λ -waarde van de bouwlaag berekend als de oppervlakte gewogen gemiddelde waarde van de warmtegeleidbaarheden van de bouwsteen en de voeg.

De oppervlakte gewogen gemiddelde λ_U -waarde van bouwsteen en voeg kan als volgt berekend worden :

$$\lambda_U = \frac{\lambda_{U,mat} \cdot A_{mat} + \lambda_{U,joint} \cdot A_{joint}}{A_{mat} + A_{joint}} \text{ (W/mK)} \quad (11)$$

waarin :

- o $\lambda_{U,mat}$ (W/mK) : warmtegeleidbaarheid van de bouwsteen (zonder voegen);
- o $\lambda_{U,joint}$ (W/mK) : warmtegeleidbaarheid van het voegmateriaal;
- o A_{mat} (m²) : totale zichtbare oppervlakte van de bouwstenen (zonder voegen);
- o A_{joint} (m²) : totale zichtbare oppervlakte van de voegen.

Bovenstaande formule voor de equivalente warmtegeleidbaarheid, kan ook als volgt geschreven worden :

$$\lambda_U = \lambda_{U,mat} \cdot (1 - f_{joint}) + \lambda_{U,joint} \cdot f_{joint} \text{ (W/mK)} \quad (12)$$

waarin :

- o f_{joint} : de voegfractie (-).

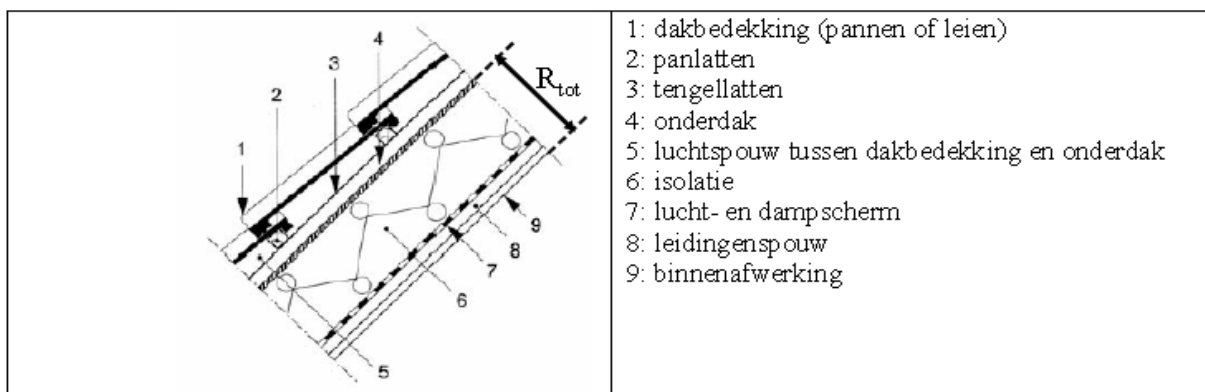
5.2.3. Warmtedoorgangscoefficienten

De warmtedoorgangscoefficiënt (U-waarde) van een ondoorschijnend gebouwelement wordt gegeven door :

$$U = \frac{1}{R_T} \text{ W/m}^2\text{K} \quad (14)$$

Conventies voor de bepaling van de U-waarde

daken met pannen of leien



Figuur 5 – Warmteweerstand van een pannen- of leiendak

De luchtsponw tussen de pannen of leien wordt aanzien als een sterk geventileerde luchtlaag, dit betekend dat alle bouwlagen tussen deze luchtsponw en de buitenomgeving verwaarloosd mogen worden bij de berekening van de U-waarde.

Correcties op de U-waarde

Correcties op de U-waarde voor mechanische bevestigingen die een isolatielaag doorboren.

$$\Delta U_f = \alpha \cdot \frac{\lambda_f \cdot A_f \cdot n_f}{d_1} \cdot \left[\frac{R_{U,ins}}{R_{T,h}} \right]^2 \quad \text{W/m}^2\text{K} \quad (19)$$

waarin :

- d_1 (m) : lengte van de bevestiging, als volgt bepaald :
 - bij bevestigingen die de isolatielaag volledig doorboren (onder rechte of schuine hoek) is de lengte gelijk aan de dikte van de isolatielaag (d_{ins}) : $d_1 = d_{ins}$;
 - bij verzonken bevestigingen is de lengte gelijk aan het gedeelte van de bevestiging dat de isolatielaag doorboort (zie Figuur 6)
- λ_f (W/mK) : de warmtegeleidbaarheid van de mechanische bevestiging (zie NOTA);
- n_f (m⁻²) : aantal mechanische bevestigingen per m²;
- A_f (m²) : doorsnede van 1 mechanische bevestiging;
- λ_{ins} (W/mK) : de warmtegeleidbaarheid van de isolatielaag;
- α (-) : is een correctiecoëfficiënt als volgt bepaald :
 - $\alpha = 0,8$ indien de mechanische bevestiging de isolatielaag volledig doorboort
 - $\alpha = 0,8 \times d_1/d_{ins}$ indien de bevestiging verzonken is in de isolatielaag (zie Figuur 6);
- $R_{U,ins}$ (m²K/W) : warmteweerstand (rekenwaarde) van de (homogene) isolatielaag die door de mechanische bevestiging doorboord wordt ($R_{U,ins} = d_1/\lambda_{ins}$);
- $R_{T,h}$ (m²K/W) : totale warmteweerstand van het gebouwelement, zonder rekening te houden met enige koudebrugwerking, berekend volgens 6.1;

NOTA De correctieterm ΔU_f dient in het geval van spouwhaken niet toegepast te worden voor de volgende gevallen :

- spouwhaken in ongeïsoleerde spouwen;
- spouwhaken die een gemetst buitenspouwblad verbinden met houten balken;
- spouwhaken waarvan de warmtegeleidbaarheid (λ_f) kleiner is dan 1 W/mK (bvb. kunststof)

5.2.4.Bepaling van de warmtetransmissie via koudebruggen

Numerieke berekening :

De numerieke berekeningen worden uitgevoerd volgens de rekenprocedures van NBN EN ISO 10211 en met opgave van het gekozen systeem van afmetingen :

De Ψ -waarde volgt uit :

$$\Psi = L^{2D} - \sum l_i \cdot U_i \quad \text{W/mK} \quad (49)$$

met :

- L^{2D} (W/mK) : lineaire koppelingscoëfficiënt, bekomen door een tweedimensionale berekening van het gebouwelement dat de scheiding vormt tussen twee omgevingen;
- U_i (W/m²K) : de U-waarde van het eendimensionaal gebouwelement;
- l_i (m) : de lengte in het tweedimensionaal geometrisch model, voor dewelke de U-waarde geldt.

5.3. Beoordeling van details op de kans op schimmelvorming en condensatieproblemen¹⁶

Voor de beoordeling van de kans op schimmelvorming en condensatieproblemen wordt er gebruik gemaakt met de f-klasse (temperatuursfactor).

De f-klasse is de verhouding tussen de laagste oppervlaktetemperatuur en de algemeen geldende oppervlaktetemperatuur.

$$f_{hi} = (\Theta_{si,min} - \Theta_e) / (\Theta_i - \Theta_e) \quad ^{17}$$

Wanneer deze waarde lager is dan 0,7 is het risico op schimmelvorming en condensatieproblemen groot, en zodoende niet te negeren.

Het risico voor de dergelijke problemen kan men afhankelijk van de klasse beoordelen volgens onderstaande kader :

<i>f-klasse</i>	<i>Risico</i>
$f < 0,6$	Hoog
$0,6 < f < 0,7$	Gemiddeld
$0,7 < f < 0,8$	Laag
$0,8 < f$	Minimaal

Tabel 22: beoordelingsklassen f-klasse

¹⁶ Uit "Richtlijnen bij berekening van koudebruggen" door Katleen Maes, oefeningen Bouwfysica II Master Bouwkunde, De Nayerinstituut

¹⁷ Uit "toegepaste bouwfysica 1 : Randvoorwaarden, prestaties, materiaaleigenschappen" van Hugo Hens uitgegeven door ACCO

6.DETAILS

Lijst van de getekende details

Hoofdstuk 3.1. Aanzet spouwmuur

- 3.1.1 Aanzet spouwmuur op volle grond met cellenglas
- 3.1.2 Aanzet spouwmuur op volle grond met cellenbeton
- 3.1.3 Aanzet spouwmuur op volle grond met cellenglas, isolatie onder de draagvloer
- 3.1.4 Aanzet spouwmuur op volle grond met cellenbeton, isolatie onder de draagvloer
- 3.1.5 Aanzet spouwmuur op volle grond met doorgetrokken isolatie
- 3.1.6 Aanzet spouwmuur op volle grond met doorgetrokken spouw tot op de funderingsvoet, thermische onderbreking in cellenglas
- 3.1.7 Aanzet spouwmuur op kruipruimte met cellenglas
- 3.1.8 Aanzet spouwmuur op kruipruimte met cellenbeton
- 3.1.9 Aanzet spouwmuur op kruipruimte met doorgetrokken spouw tot op de funderingsvoet, thermische onderbreking met cellenglas
- 3.1.10 Aanzet spouwmuur op kelder met cellenglas
- 3.1.11 Aansluiting luchtdichtingsfolie bij aansluiting spouwmuur – binnenmuur

Hoofdstuk 3.2. Aanzet binnenmuur

- 3.2.1 Aanzet binnenmuur op volle grond met cellenglas
- 3.2.2 Aanzet binnenmuur op volle grond met cellenbeton
- 3.2.3 Aanzet binnenmuur op volle grond met cellenglas, isolatie onder de draagvloer
- 3.2.4 Aanzet binnenmuur op volle grond met cellenbeton, isolatie onder de draagvloer
- 3.2.5 Aanzet binnenmuur op kruipruimte met cellenglas
- 3.2.6 Aanzet binnenmuur op kruipruimte met cellenbeton
- 3.2.7 Aanzet binnenmuur op kelder met cellenglas

Hoofdstuk 3.3 Verdiepingsvloer

- 3.3.1 Aansluiting luchtdichtingsfolie bij verdiepingsvloer

Hoofdstuk 3.4 Aansluiting muur – hellend dak

- 3.4.1 Aansluiting muur – hellend dak met traditionele timmer en hanggoot
- 3.4.2 Aansluiting muur – hellend dak met traditionele timmer dwars oplossing met doorlopende gordingen
- 3.4.3 Aansluiting muur – hellend dak met traditionele timmer dwars oplossing met zijdelingse oversteek
- 3.4.4 Aansluiting muur – hellend dak met traditionele timmer en bakgoot
- 3.4.5 Aansluiting muur – hellend dak met sarkingisolatie en hanggoot
- 3.4.6 Aansluiting muur – hellend dak met sarkingisolatie dwars
- 3.4.7 Aansluiting muur – hellend dak met sarkingisolatie en bakgoot

Hoofdstuk 3.5 Nokaansluiting

- 3.5.1 Nokaansluiting : aansluiting luchtdichtingsfolie bij traditionele timmer
- 3.5.2 Nokaansluiting : aansluiting luchtdichtingsfolie bij sarkingisolatie

Hoofdstuk 3.6 Aansluiting gevel – plat dak

- 3.6.1 Aansluiting gevel – plat dak met cellenbeton, afgewerkt met een dakrandprofiel
- 3.6.2 Aansluiting gevel – plat dak met cellenglas, afgewerkt met een dakrandprofiel
- 3.6.3 Aansluiting gevel – plat dak met cellenglas, afgewerkt met een deksteen

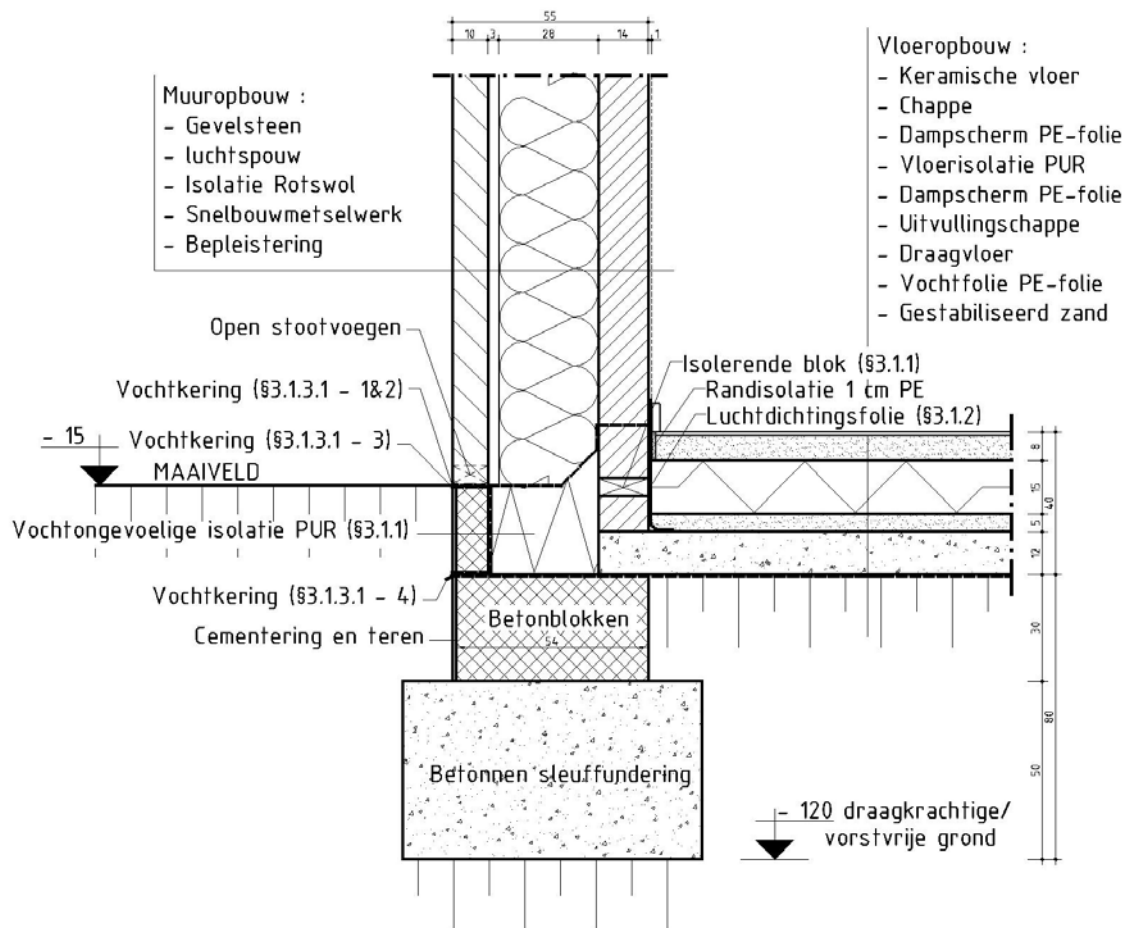
Hoofdstuk 3.7 Aansluiting plat dak – gevel

- 3.7.1 Aansluiting plat dak – gevel met cellenbeton, ondersteund door draagbalken
- 3.7.2 Aansluiting plat dak – gevel met cellenglas, ondersteund door draagbalken
- 3.7.3 Aansluiting plat dak – gevel met cellenbeton, ondersteund door metalen
ligger.
- 3.7.4 Aansluiting plat dak – gevel met cellenbeton, ondersteund door draagmuur

Hoofdstuk 3.8 Inbouw buitenschrijnwerk

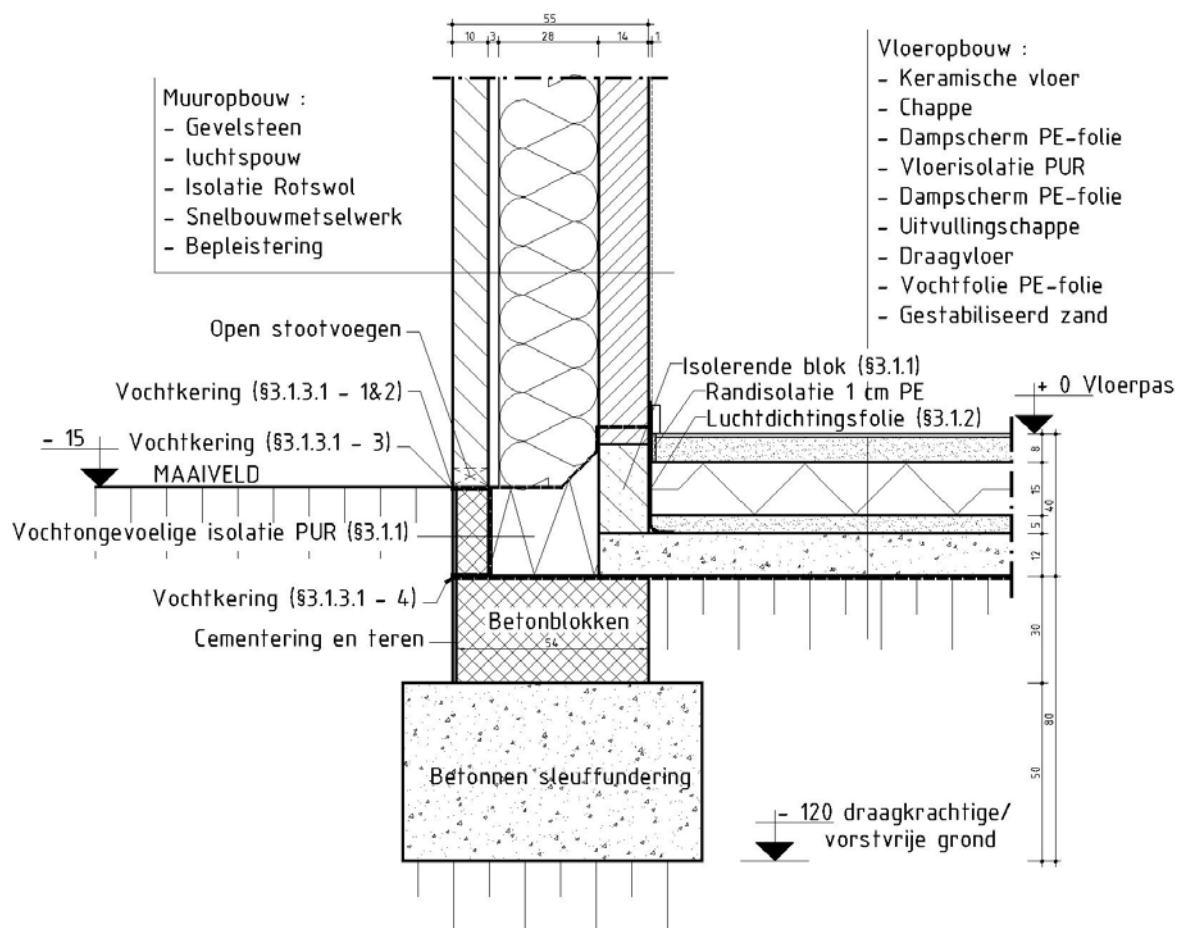
- 3.8.1 Horizontale inbouw met teruggemetste dag, bevestiging multiplex
- 3.8.2 Horizontale inbouw met teruggemetste dag, gevelsteen afgeschuind,
bevestiging multiplex
- 3.8.3 Horizontale inbouw met teruggemetste dag, afgewerkt met plaatmateriaal,
bevestiging multiplex
- 3.8.4 Horizontale inbouw achter dag, bevestiging multiplex
- 3.8.5 Horizontale inbouw met teruggemetste dag, bevestiging met ankers
- 3.8.6 Horizontale inbouw met teruggemetste dag, gevelsteen afgeschuind,
bevestiging met ankers
- 3.8.7 Horizontale inbouw met teruggemetste dag, afgewerkt met plaatmateriaal,
bevestiging met ankers
- 3.8.8 Horizontale inbouw achter dag, bevestiging met ankers
- 3.8.9 Horizontale inbouw achter dag, bevestiging met ankers, met verbeterde
isolatie
- 3.8.10 Horizontale inbouw met teruggemetste dag, bevestiging met ankers, met
vacuumisolatie
- 3.8.11 Horizontale inbouw met teruggemetste dag, bevestiging met ankers, met
vacuum isolatie
- 3.8.12 Inbouw aan linteel met teruggemetste dag, bevestiging met multiplex
- 3.8.13 Inbouw aan linteel met teruggemetste dag, gevelsteen afgeschuind,
bevestiging met multiplex
- 3.8.14 Inbouw aan linteel met teruggemetste dag, afgewerkt met plaatmateriaal,
bevestiging met multiplex
- 3.8.15 Inbouw aan linteel met teruggemetste dag, bevestiging met ankers
- 3.8.16 Inbouw aan linteel met teruggemetste dag, gevelsteen afgeschuind,
bevestiging met ankers
- 3.8.17 Inbouw aan linteel met teruggemetste dag, afgewerkt met plaatmateriaal,
bevestiging met ankers
- 3.8.18 Inbouw aan linteel met teruggemetste dag, bevestiging met multiplex, met
verbeterde isolatie
- 3.8.19 Inbouw aan linteel met teruggemetste dag, bevestiging met ankers, met
verbeterde isolatie
- 3.8.20 Inbouw aan linteel achter dag, bevestiging met multiplex
- 3.8.21 Inbouw aan linteel achter dag, bevestiging met ankers
- 3.8.22 Inbouw raam aan dorpel met teruggemetste dag, natuurstenen dorpel
- 3.8.23 Inbouw raam aan dorpel met teruggemetste dag, natuurstenen dorpel, met
verbeterde isolatie
- 3.8.24 Inbouw raam aan dorpel met teruggemetste dag, aluminium dorpel
- 3.8.25 Inbouw raam aan dorpel met teruggemetste dag, natuurstenen dorpel, met
verbeterde isolatie, luchtdichting met multiplex
- 3.8.26 Inbouw raam aan dorpel met teruggemetste dag, natuurstenen dorpel, met
verbeterde isolatie, luchtdichting door middel van het laten doorlopen van het
pleisterwerk tot aan het raam
- 3.8.27 Inbouw raam aan dorpel achter dag, natuurstenen dorpel
- 3.8.28 Inbouw raam aan dorpel achter dag, natuurstenen dorpel, met verbeterde
isolatie
- 3.8.29 Inbouw raam aan dorpel achter dag, aluminium dorpel
- 3.8.30 Inbouw deur aan dorpel met teruggemetste dag, op volle grond
- 3.8.31 Inbouw deur aan dorpel met teruggemetste dag, op kruipruimte
- 3.8.32 Inbouw deur aan dorpel met teruggemetste dag, op kelder
- 3.8.33 Inbouw deur aan dorpel achter dag, op volle grond

Alle getekende details en therm berekeningen + rekenbladen zijn terug te vinden op de cd-rom in bijlage.



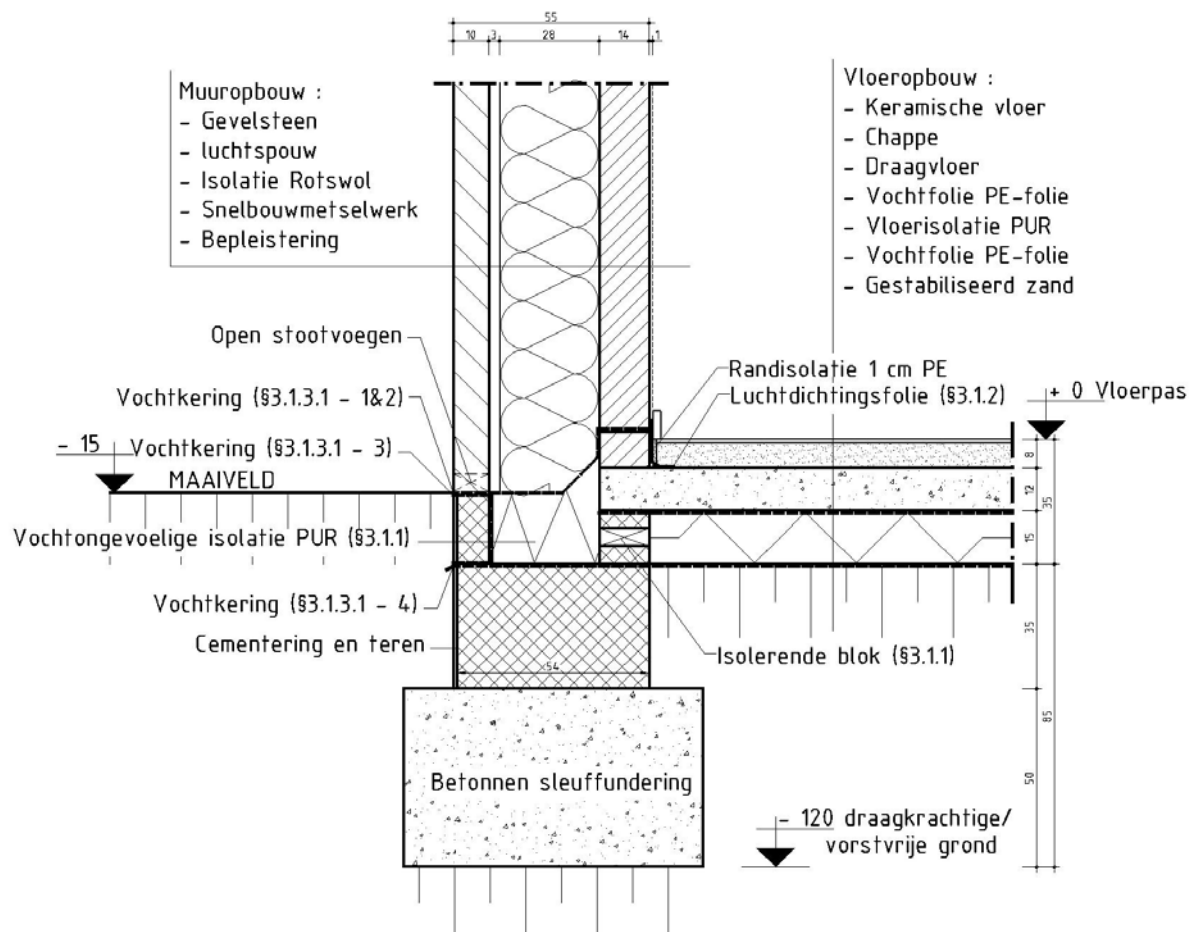
3.1.1

Detail :	Volle grond met cellenglas
Hoofdstuk :	3.1. Aanzet spouwmuur
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



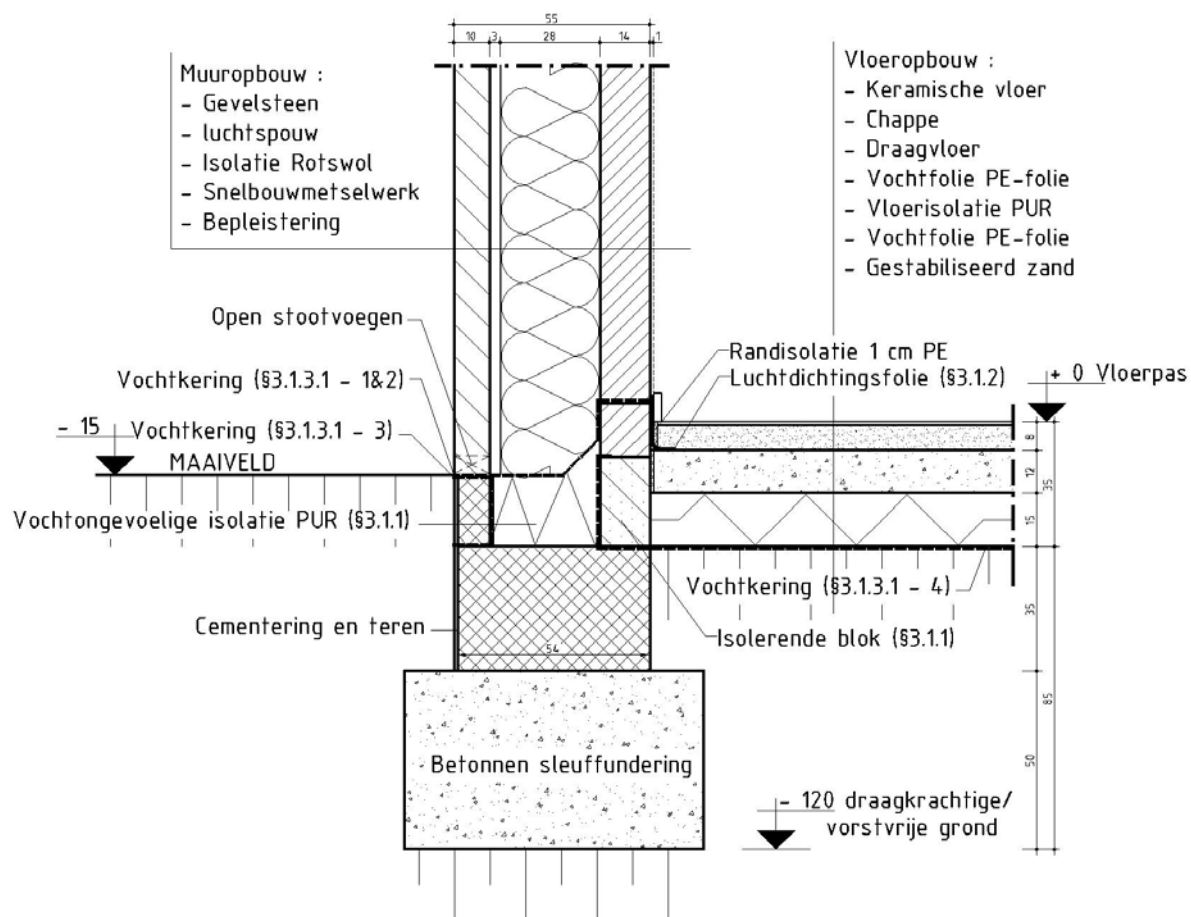
3.1.2

Detail :	Volle grond met cellenbeton
Hoofdstuk :	3.1. Aanzet spouwmuur
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



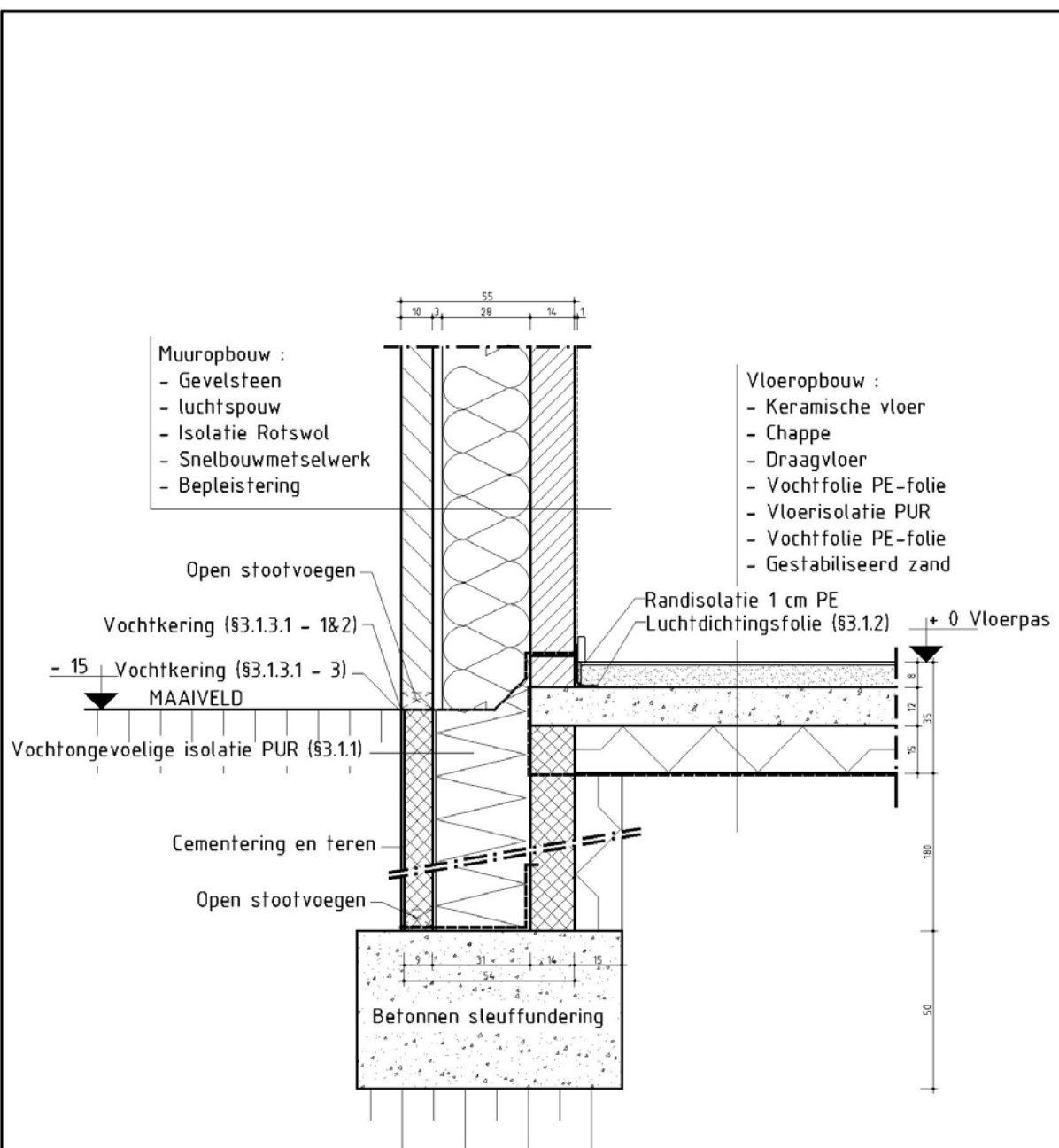
3.1.3

Detail :	Volle grond met cellenglas (2)
Hoofdstuk :	3.1. Aanzet spouwmuur
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



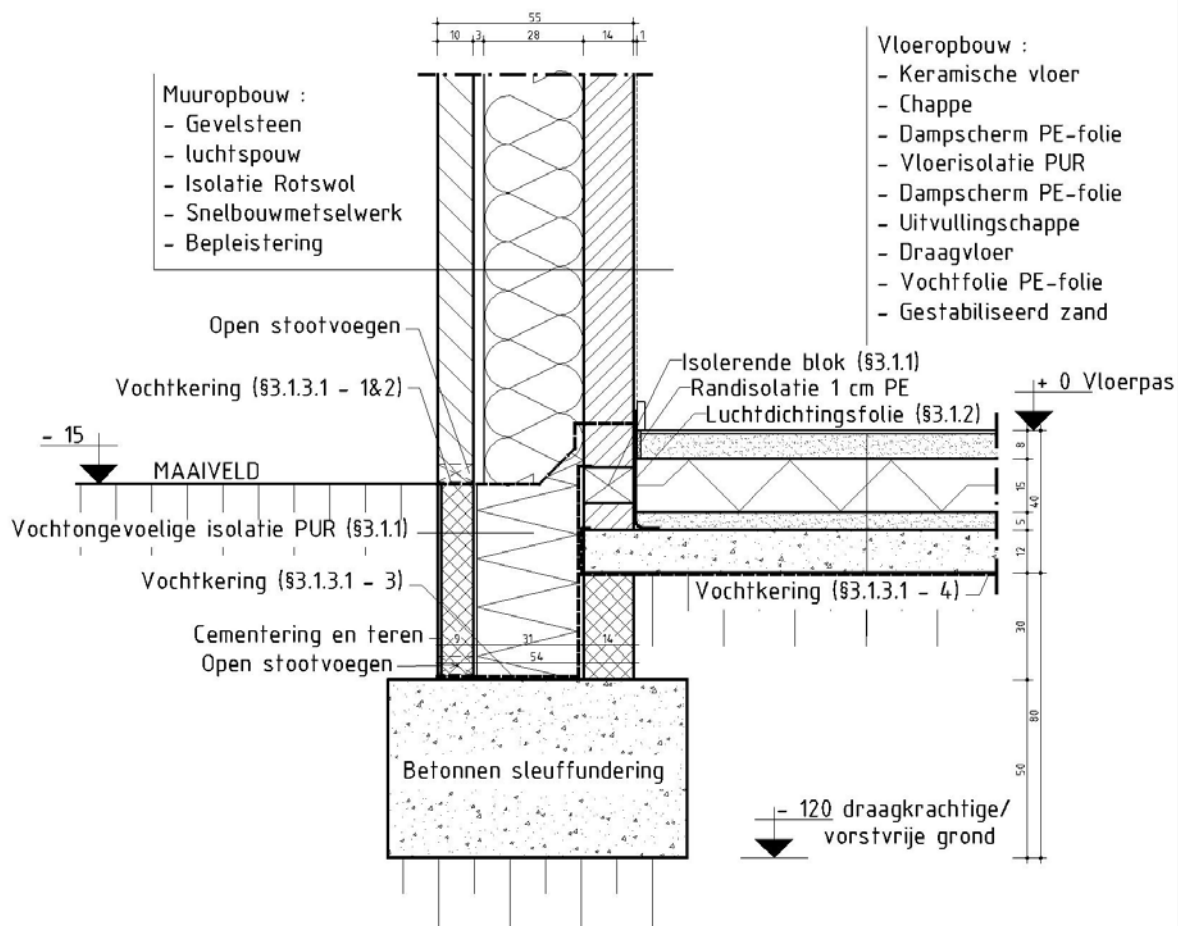
3.1.4

Hoofdstuk :	Volle grond met cellenbeton (2)
Detail :	3.1. Aanzet spouwmuur
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



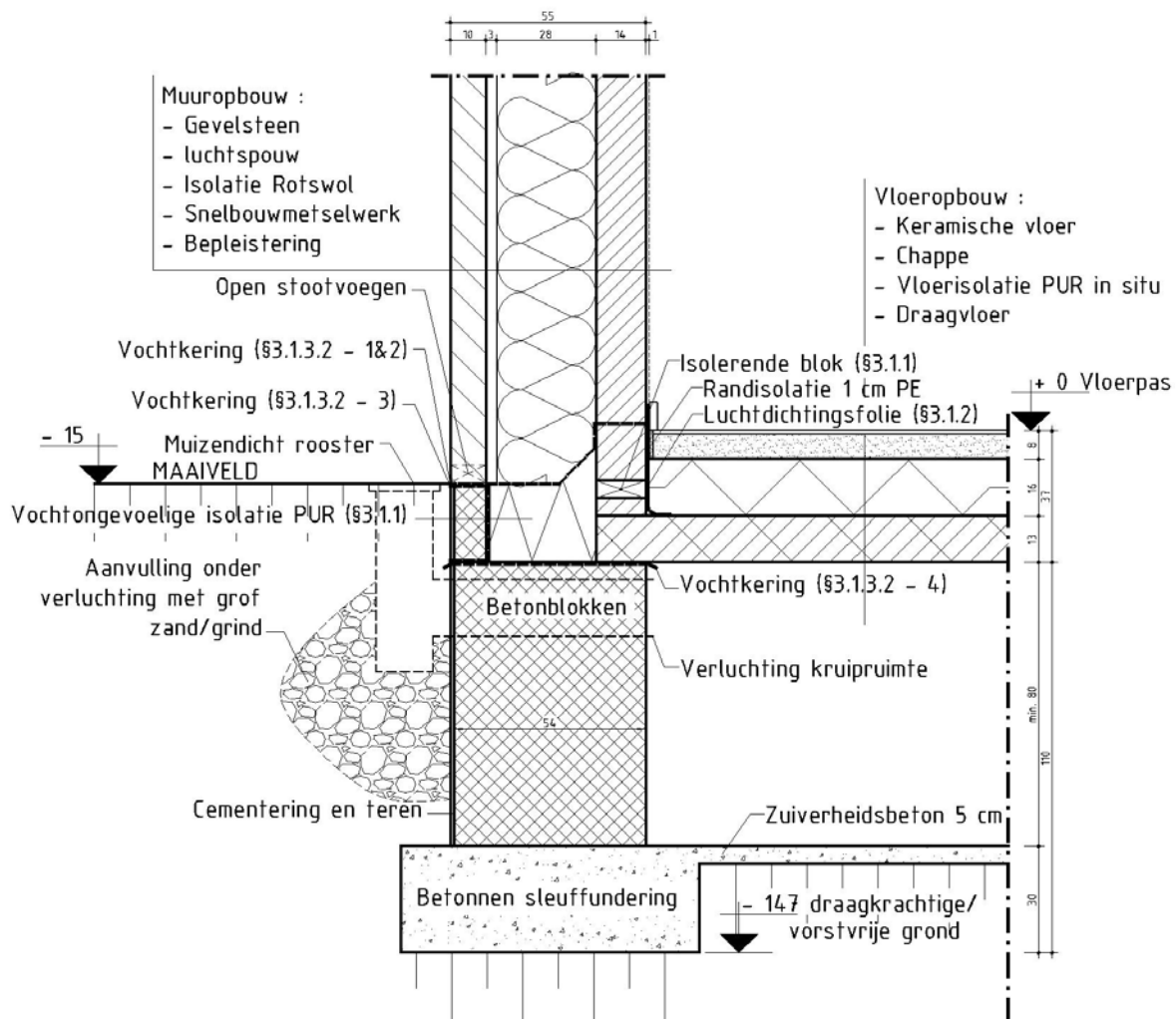
3.1.5

Detail :	Volle grond doorgetrokken isolatie
Hoofdstuk :	3.1. Aanzet spouwmuur
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



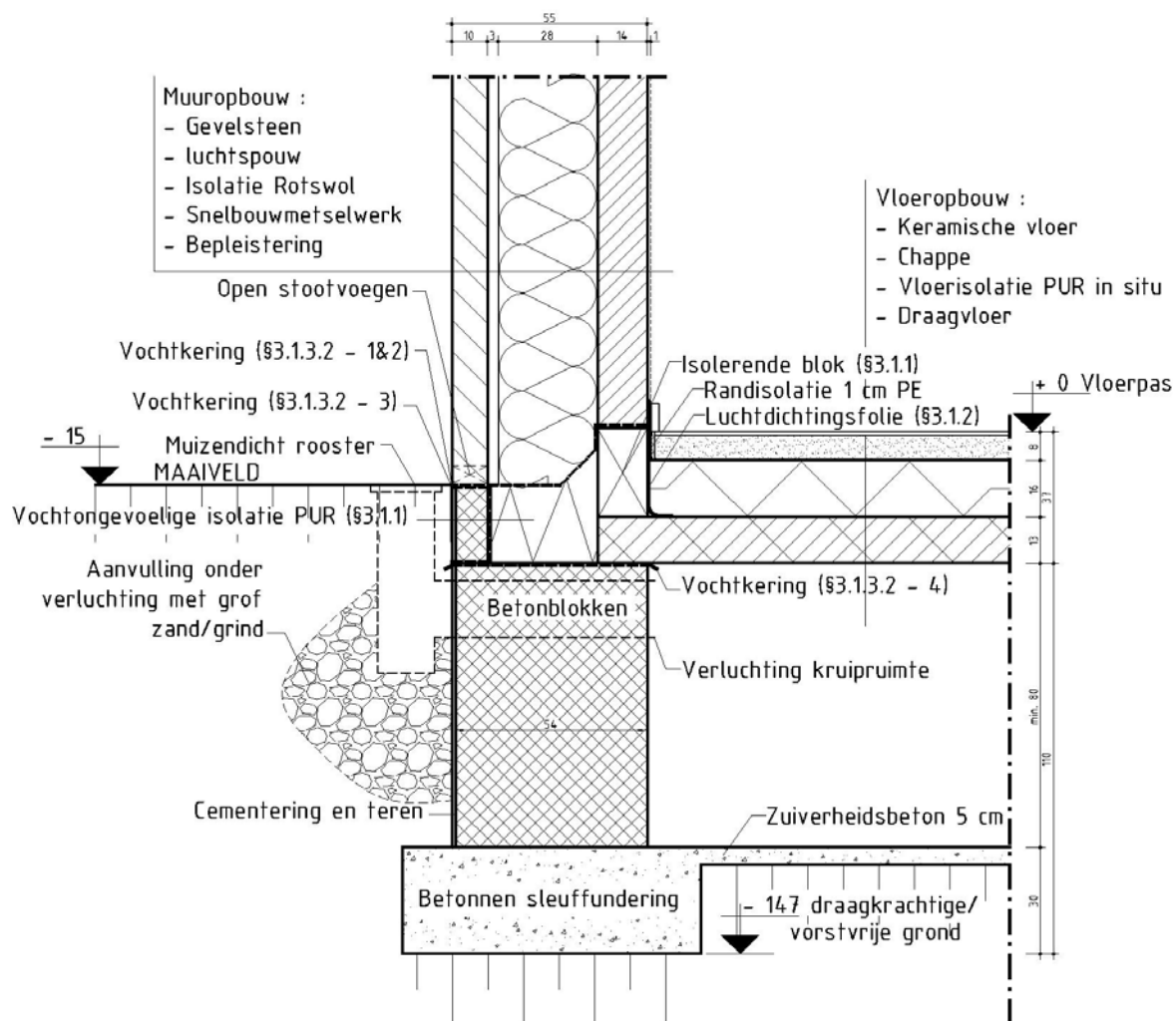
3.1.6

Detail :	Volle grond met cellenglas NED
Hoofdstuk :	3.1. Aanzet spouwmuur
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



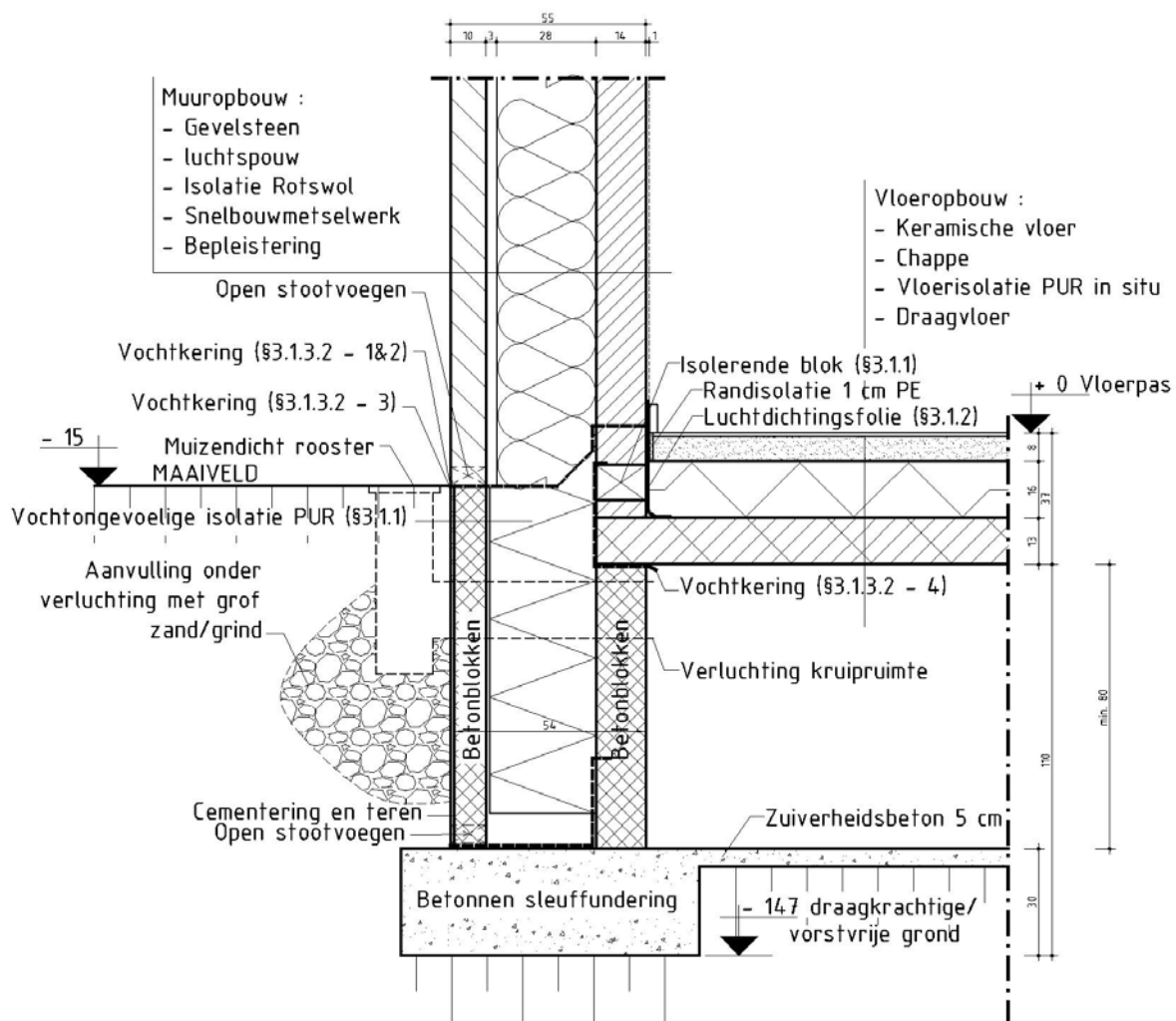
3.1.7

Detail :	Kruipruimte met cellenglas
Hoofdstuk :	3.1. Aanzet spouwmuur
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



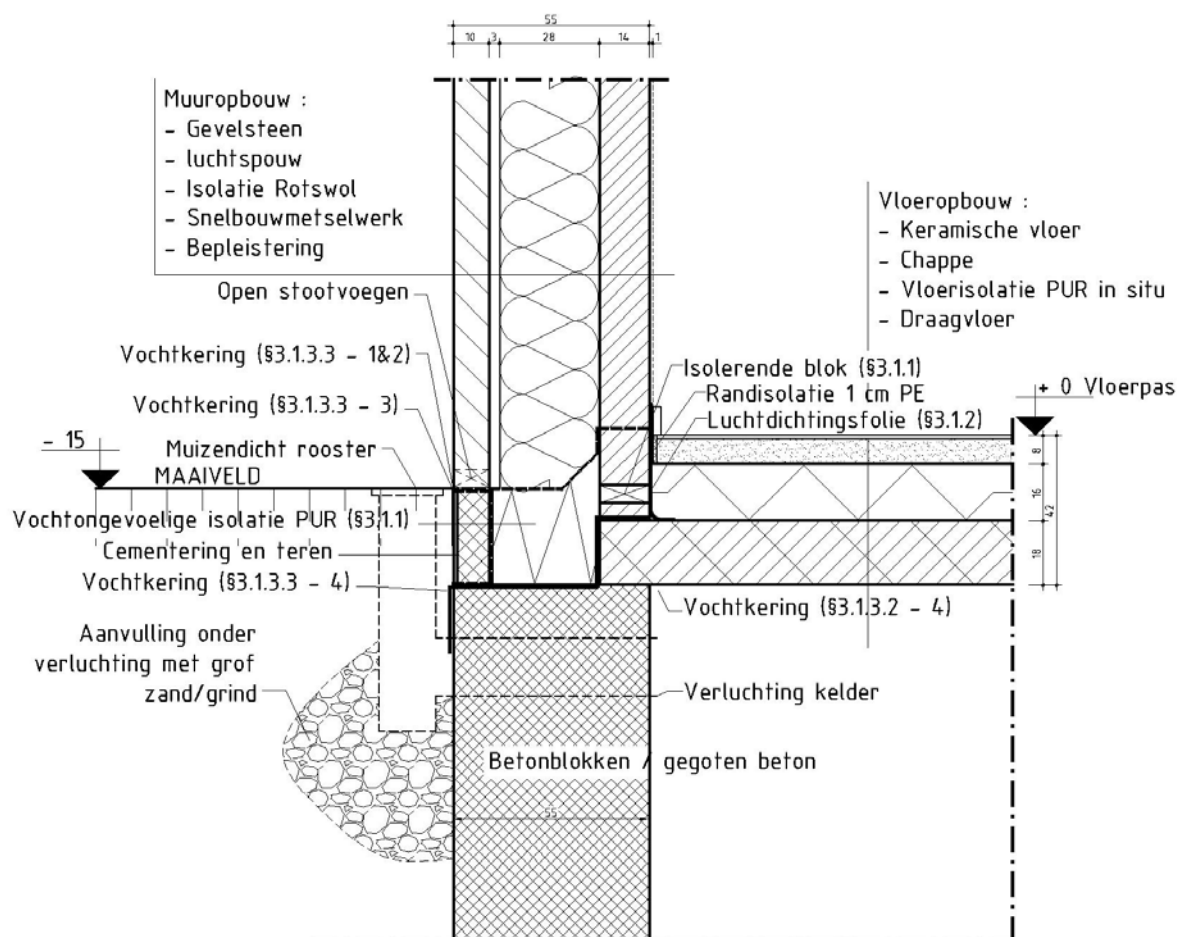
3.1.8

Detail :	Kruipruimte met cellenbeton
Hoofdstuk :	3.1. Aanzet spouwmuur
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



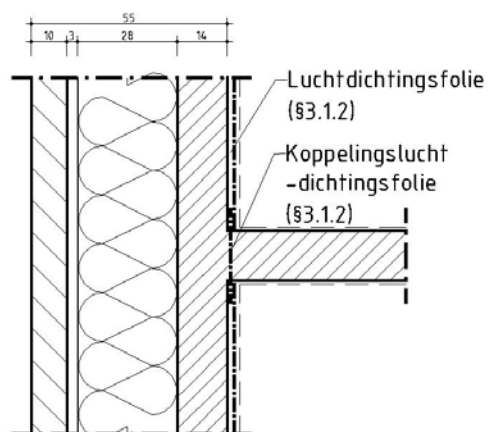
3.1.9

Detail :	Kruipruimte met cellenglas NED
Hoofdstuk :	3.1. Aanzet spouwmuur
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



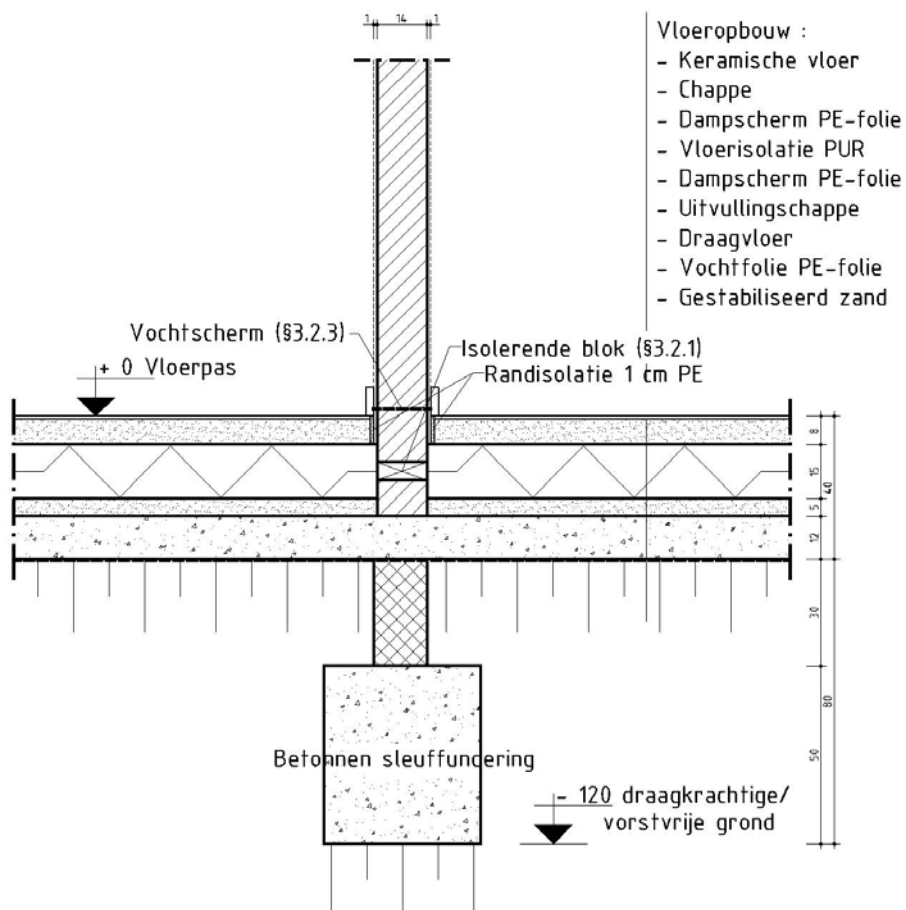
3.1.10

Detail :	Kelder met cellenglas
Hoofdstuk :	3.1. Aanzet spouwmuur
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



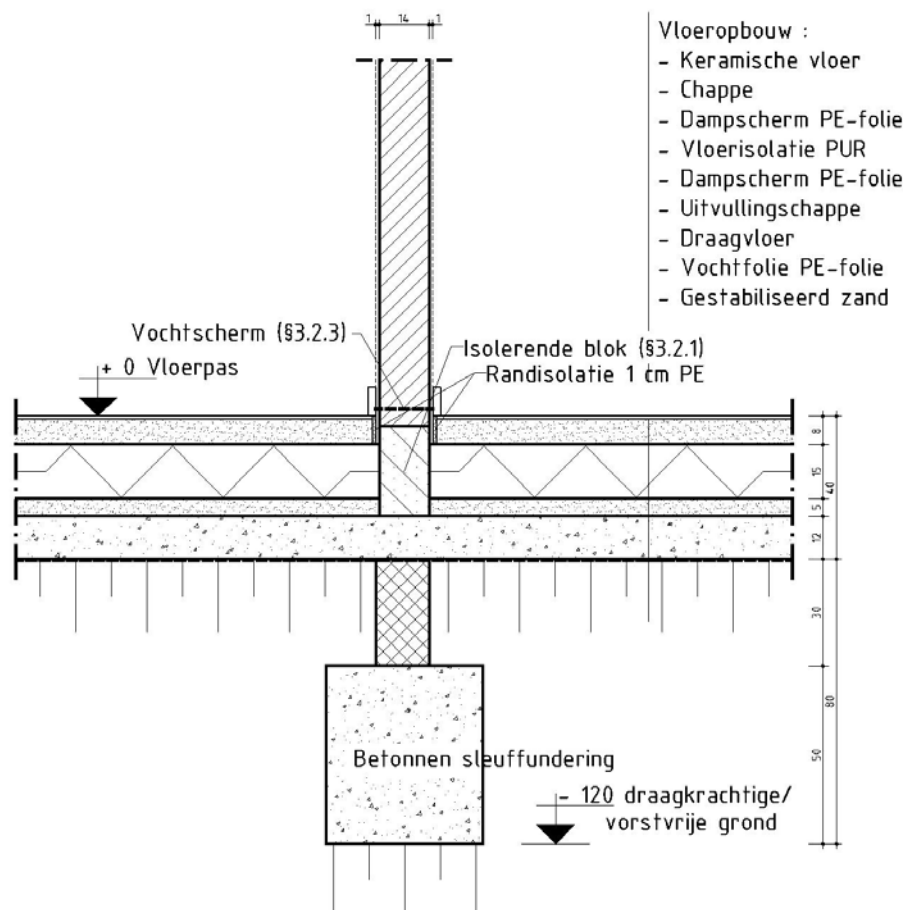
3.1.11

Detail :	Luchtdichting binnenmuur/spouwmuur
Hoofdstuk :	3.1. Aanzet spouwmuur
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



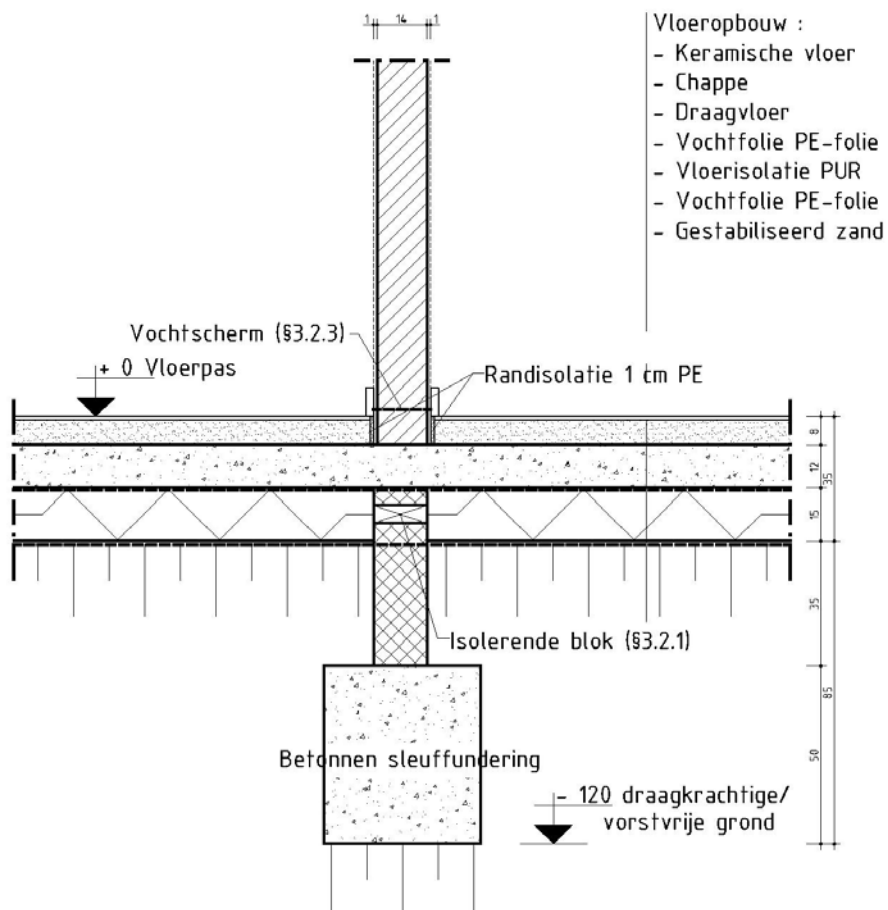
3.2.1

Detail :	Volle grond met cellenglas
Hoofdstuk :	3.2. Aanzet binnenmuur
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



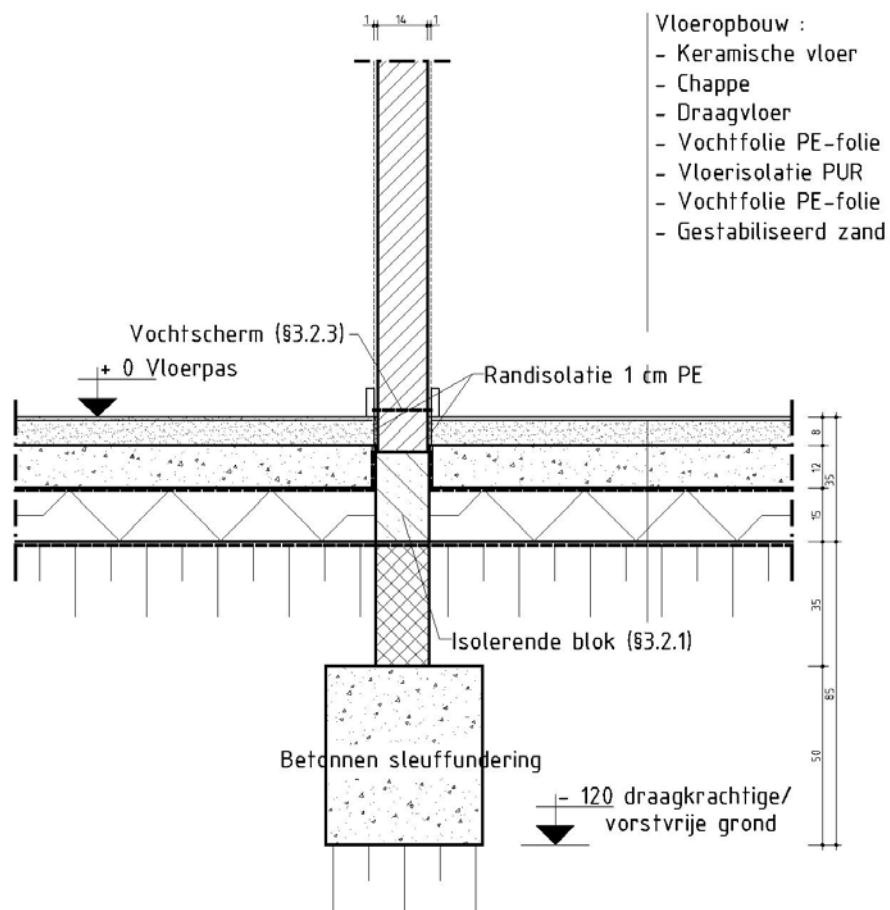
3.2.2

Detail :	Volle grond met cellenbeton
Hoofdstuk :	3.2. Aanzet binnenmuur
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



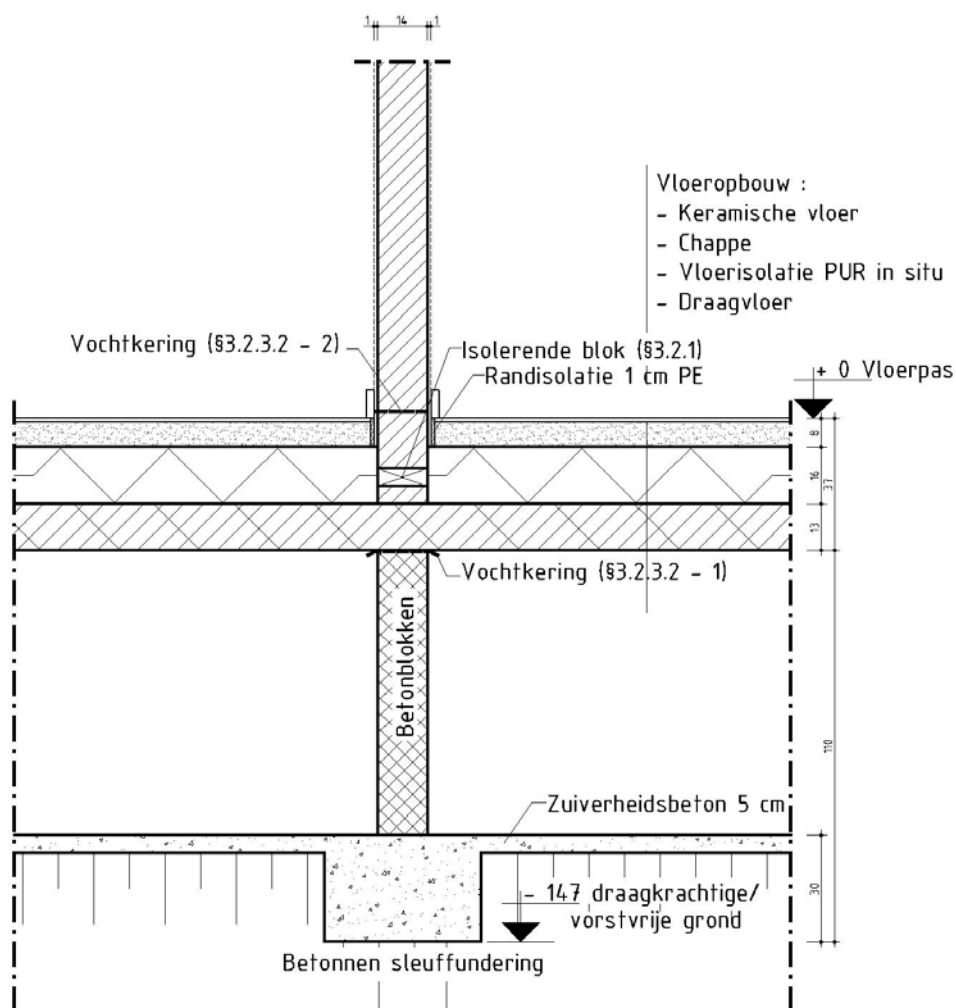
3.2.3

Detail :	Volle grond met cellenglas (2)
Hoofdstuk :	3.2. Aanzet binnenmuur
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



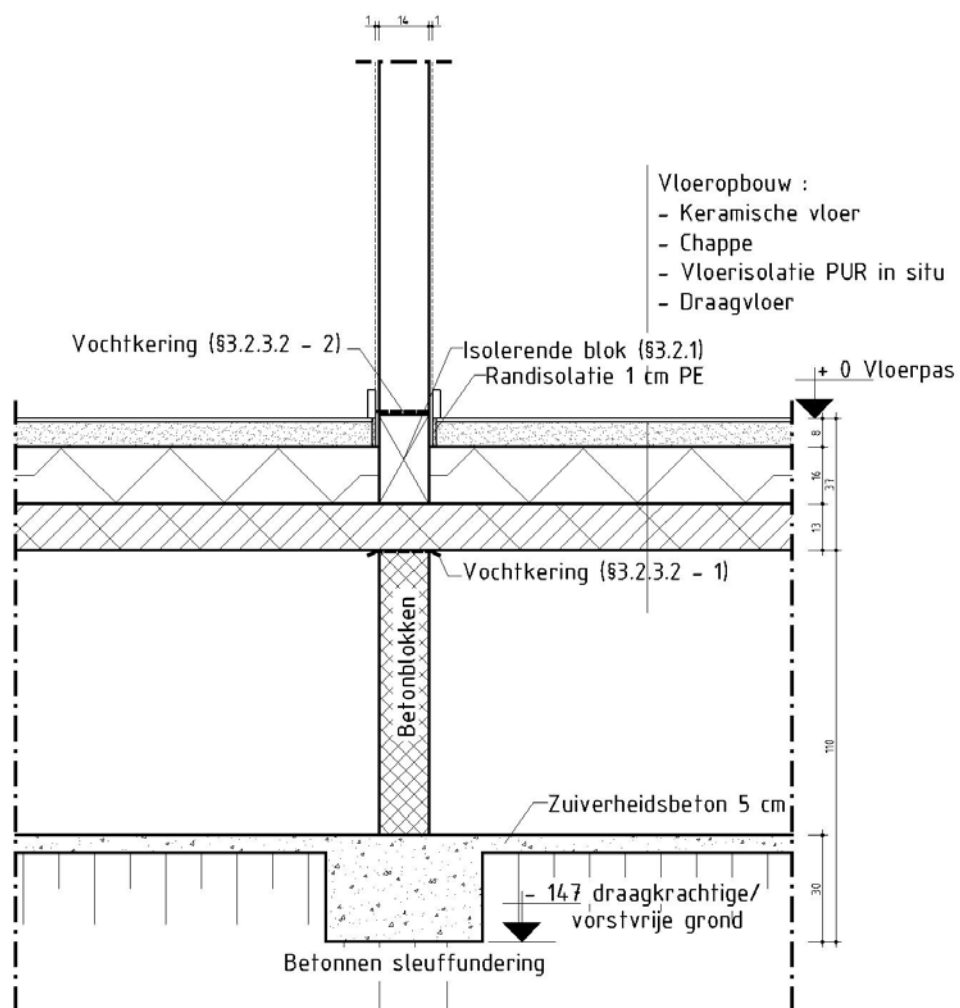
3.2.4

Detail :	Volle grond met cellenbeton (2)
Hoofdstuk :	3.2. Aanzet binnenmuur
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



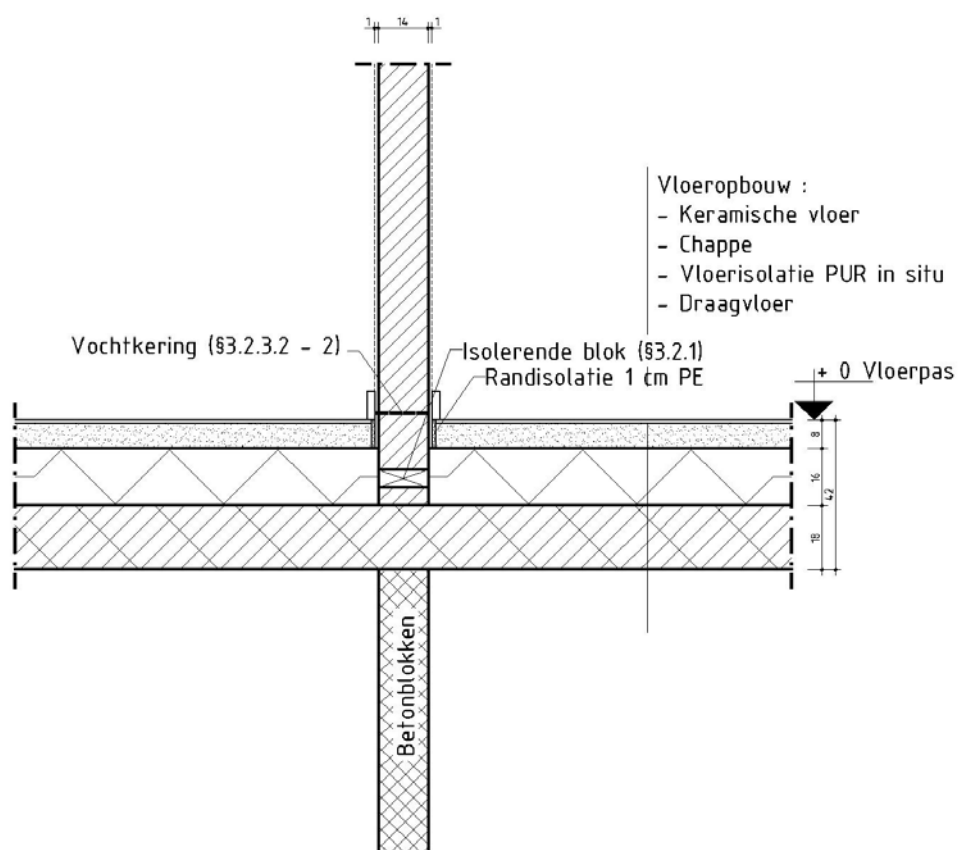
3.2.5

Detail :	Kruipruimte met cellenglas
Hoofdstuk :	3.2. Aanzet binnenmuur
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



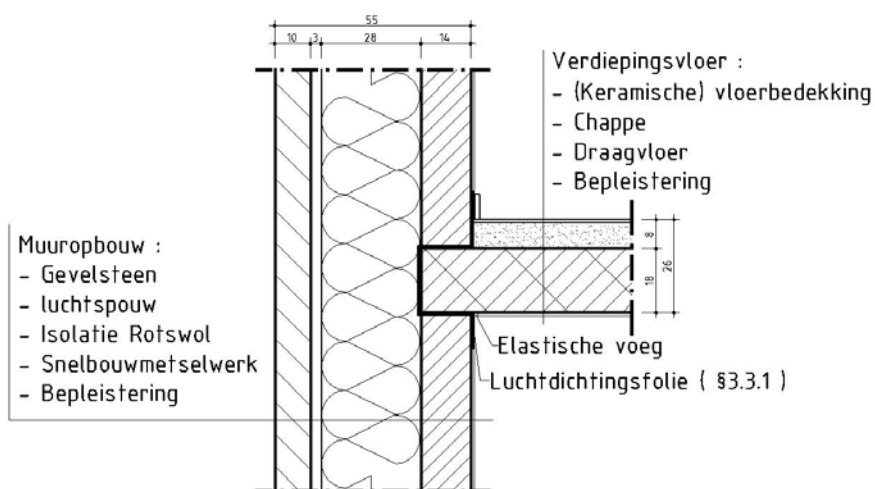
3.2.6

Detail :	Kruipruimte met cellenbeton
Hoofdstuk :	3.2. Aanzet binnenmuur
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



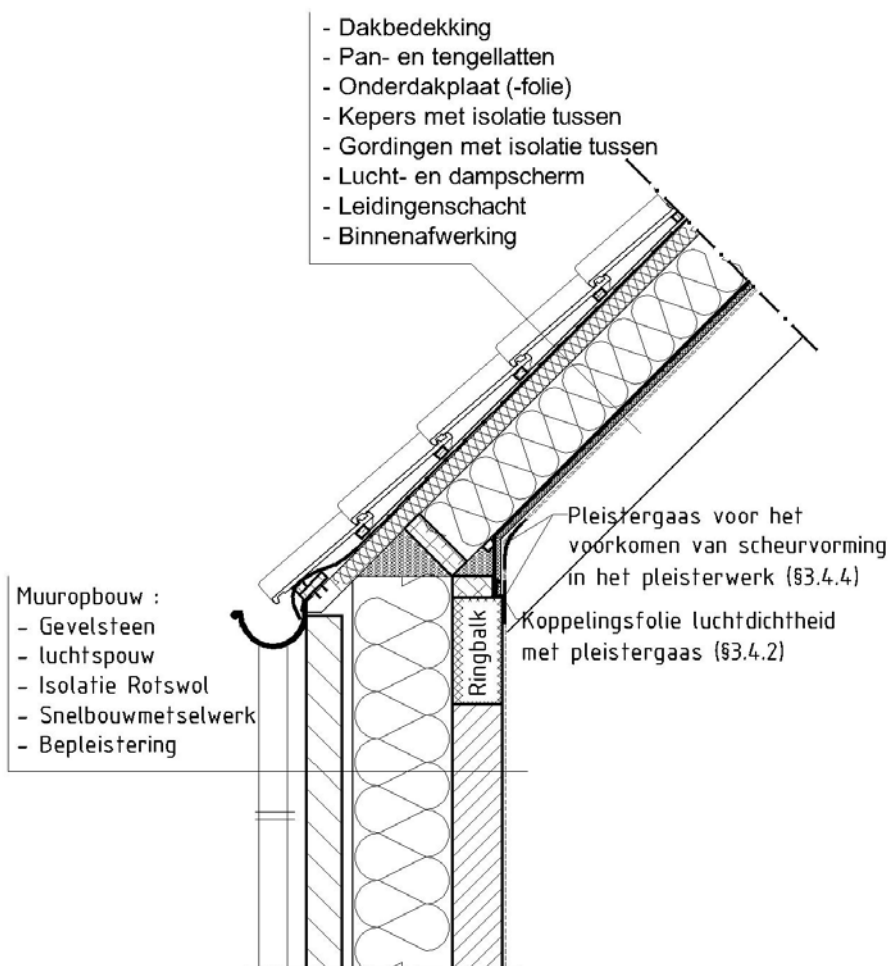
3.2.7

Detail :	Kelder met cellenglas
Hoofdstuk :	3.2. Aanzet binnenmuur
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



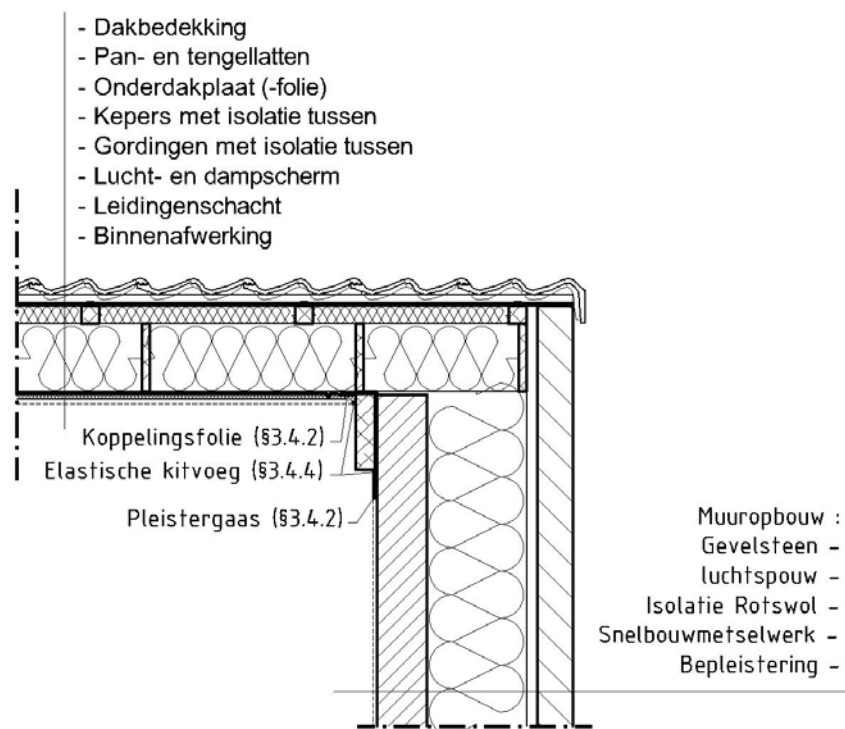
3.3.1

Detail :	Luchtdichting verdiepingsvloer
Hoofdstuk :	3.3. Verdiepingsvloer
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



3.4.1

Detail :	Traditionele timmer met hanggoot
Hoofdstuk :	3.4. Aansluiting gevel-hellend dak
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



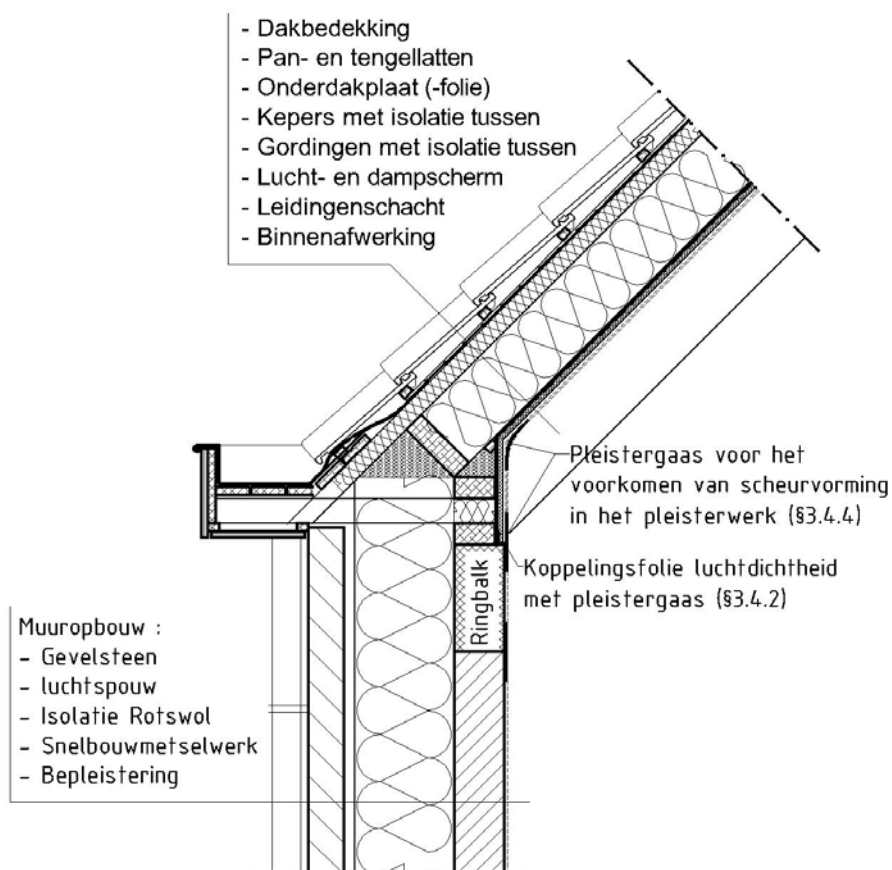
3.4.2

Detail :	Traditionele timmer dwars 1
Hoofdstuk :	3.4. Aansluiting gevel-hellend dak
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



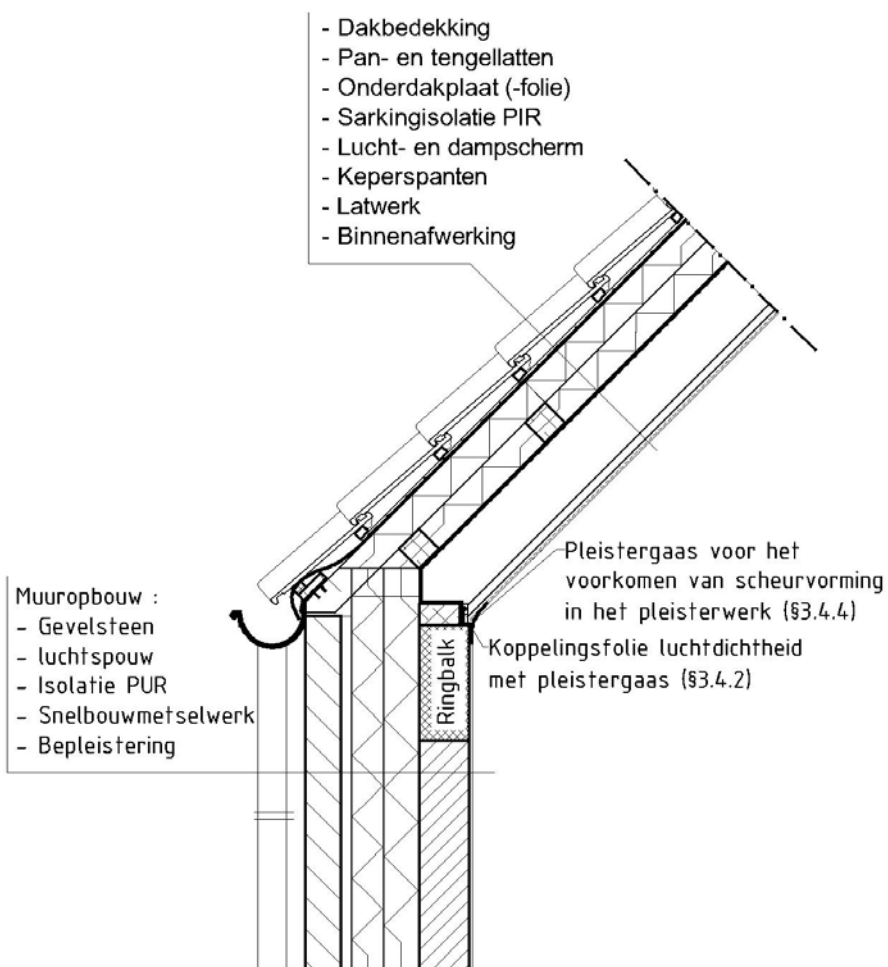
3.4.3

Detail :	Traditionele timmer dwars 2
Hoofdstuk :	3.4. Aansluiting gevel-hellend dak
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



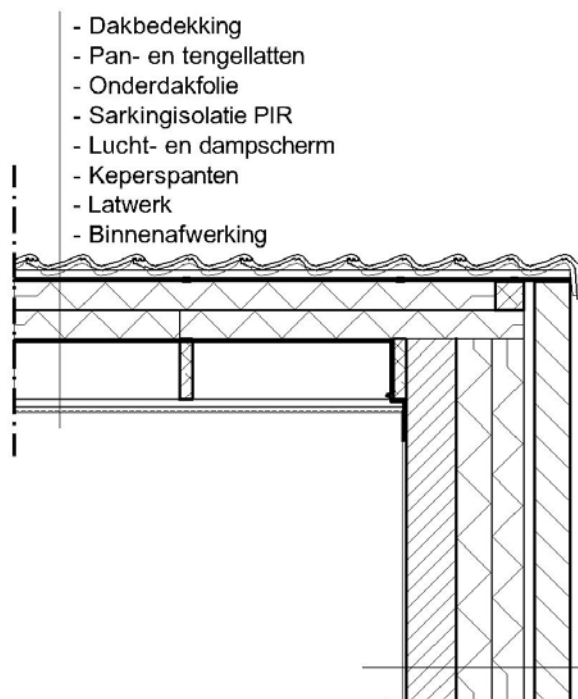
3.4.4

Detail :	Traditionele timmer met bakgoot
Hoofdstuk :	3.4. Aansluiting gevel-hellend dak
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



3.4.5

Detail :	Sarkingdak met hanggoot
Hoofdstuk :	3.4. Aansluiting gevel-hellend dak
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009

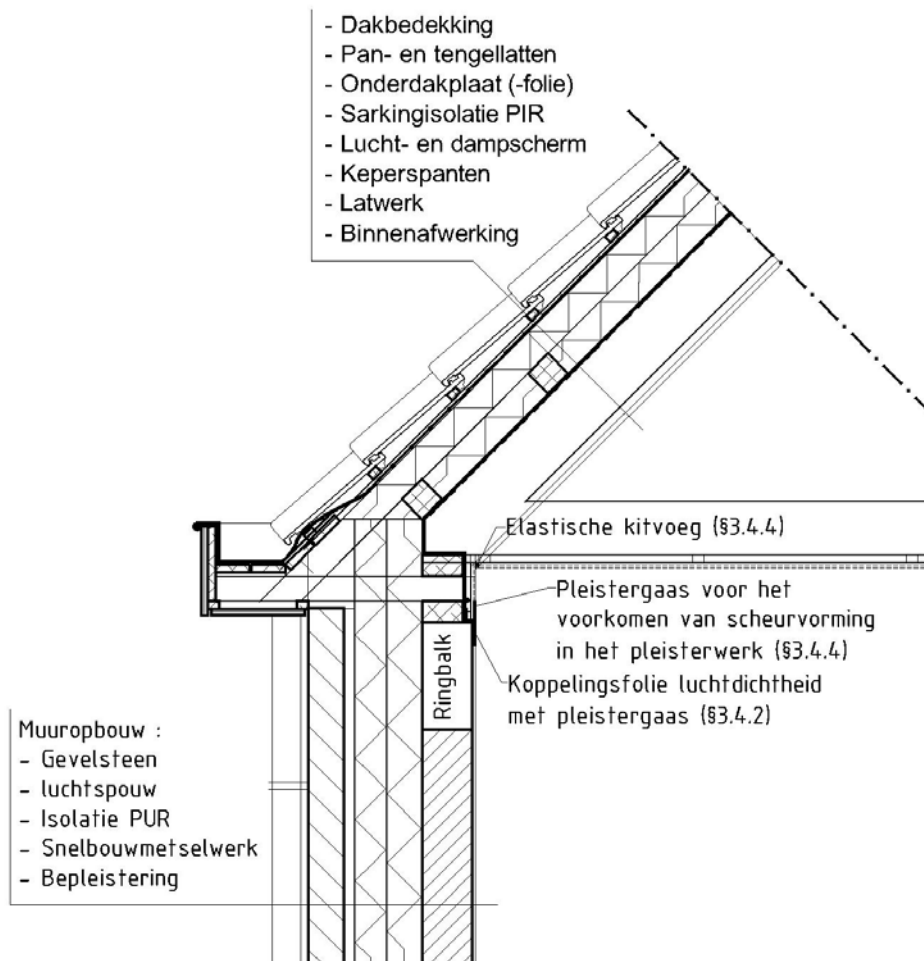


- Dakbedekking
- Pan- en tengellatten
- Onderdakfolie
- Sarkingisolatie PIR
- Lucht- en damp scherm
- Keperpanten
- Latwerk
- Binnenafwerking

- Muuropbouw :
- Gevelsteen -
 - luchtsouw -
 - Isolatie PUR -
 - Snelbouwmetselwerk -
 - Bepoistering -

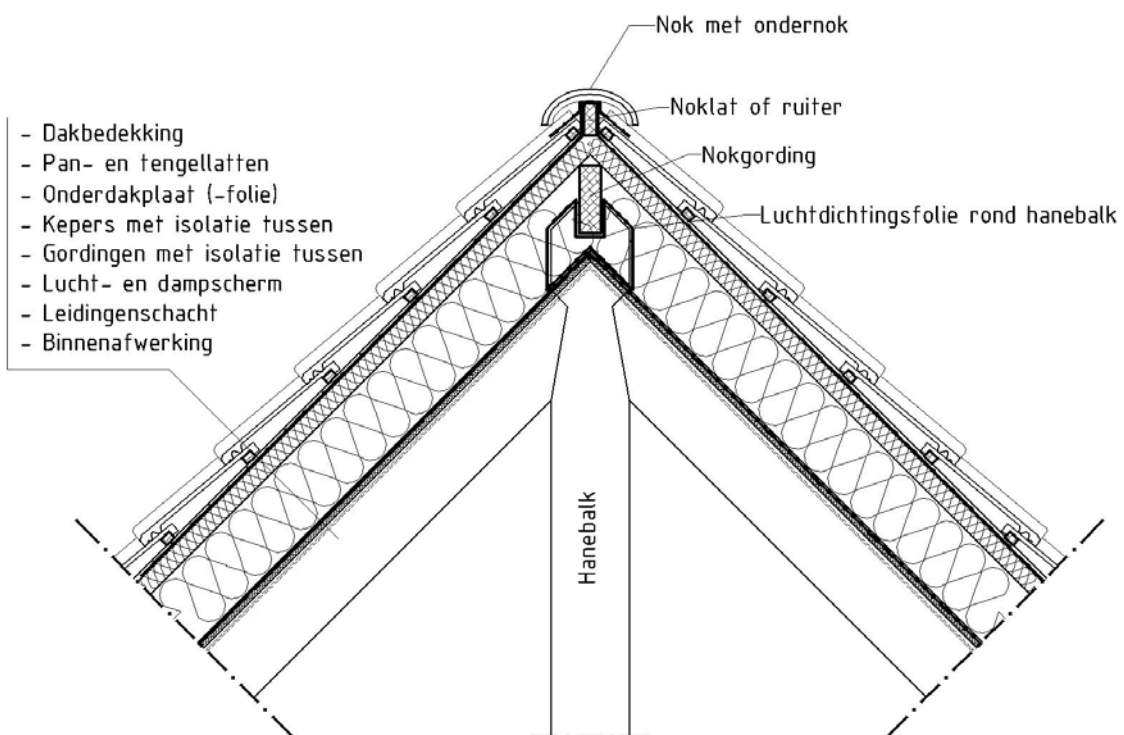
3.4.6

Detail :	Sarkingdak dwars
Hoofdstuk :	3.4. Aansluiting gevel-hellend dak
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



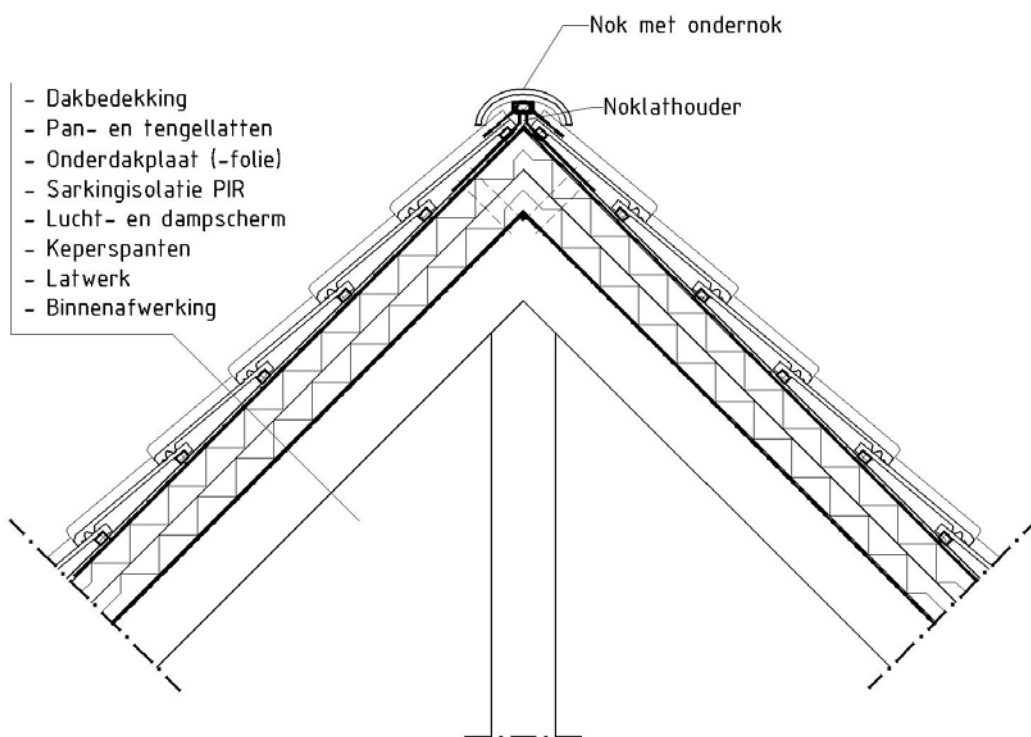
3.4.7

Detail :	Sarkingdak met bakgoot
Hoofdstuk :	3.4. Aansluiting gevel-hellend dak
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



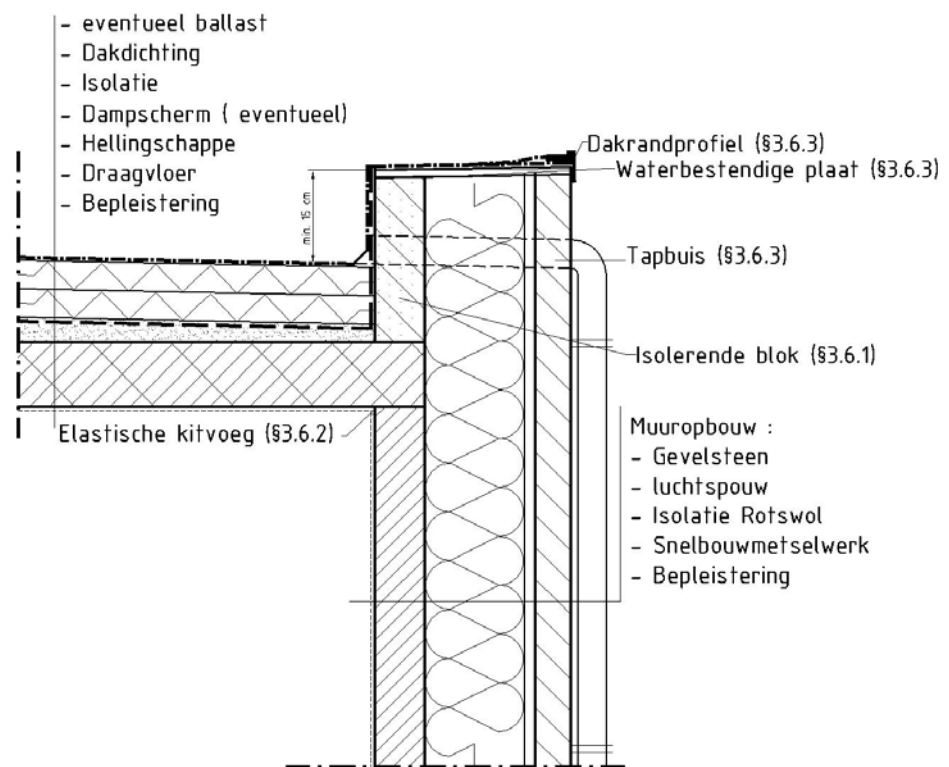
3.5.1

Detail :	Traditionele timmer
Hoofdstuk :	3.5. Nokaansluiting
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



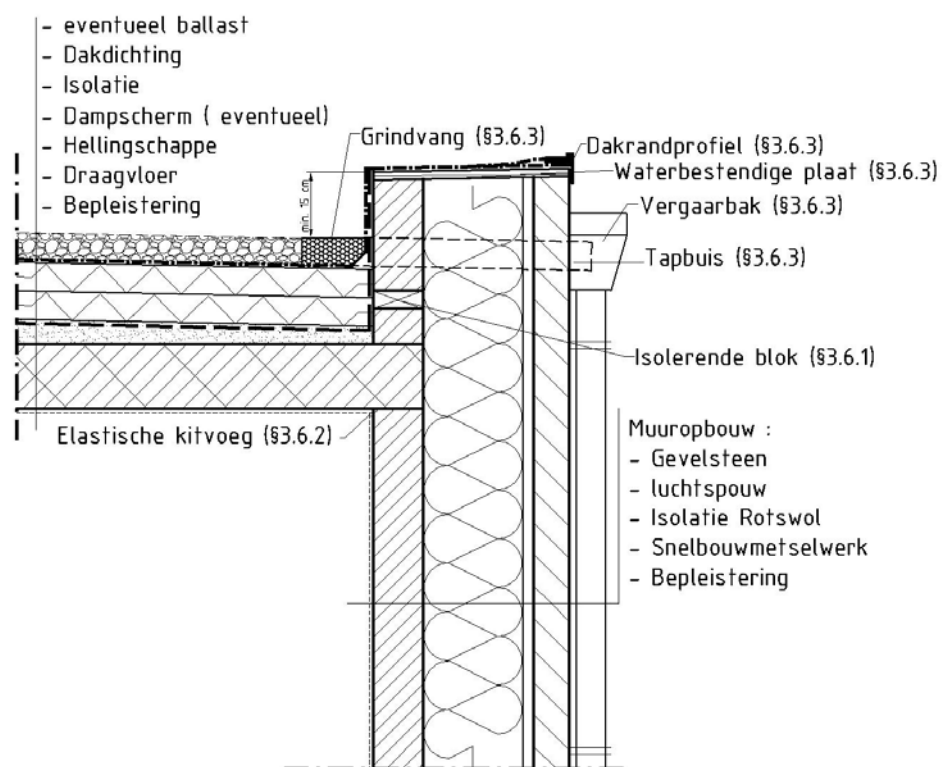
3.5.2

Detail :	Sarkingdak
Hoofdstuk :	3.5. Nokaansluiting
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



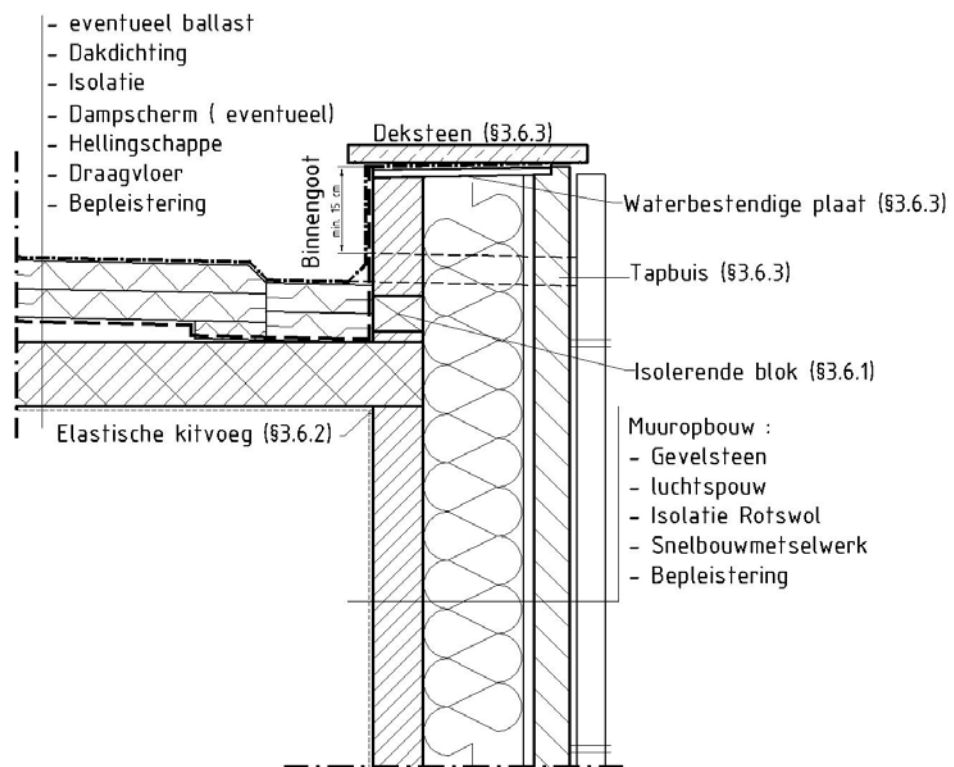
3.6.1

Detail :	Cellenbeton met dakrand
Hoofdstuk :	3.6. Aansluiting gevel - plat dak
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



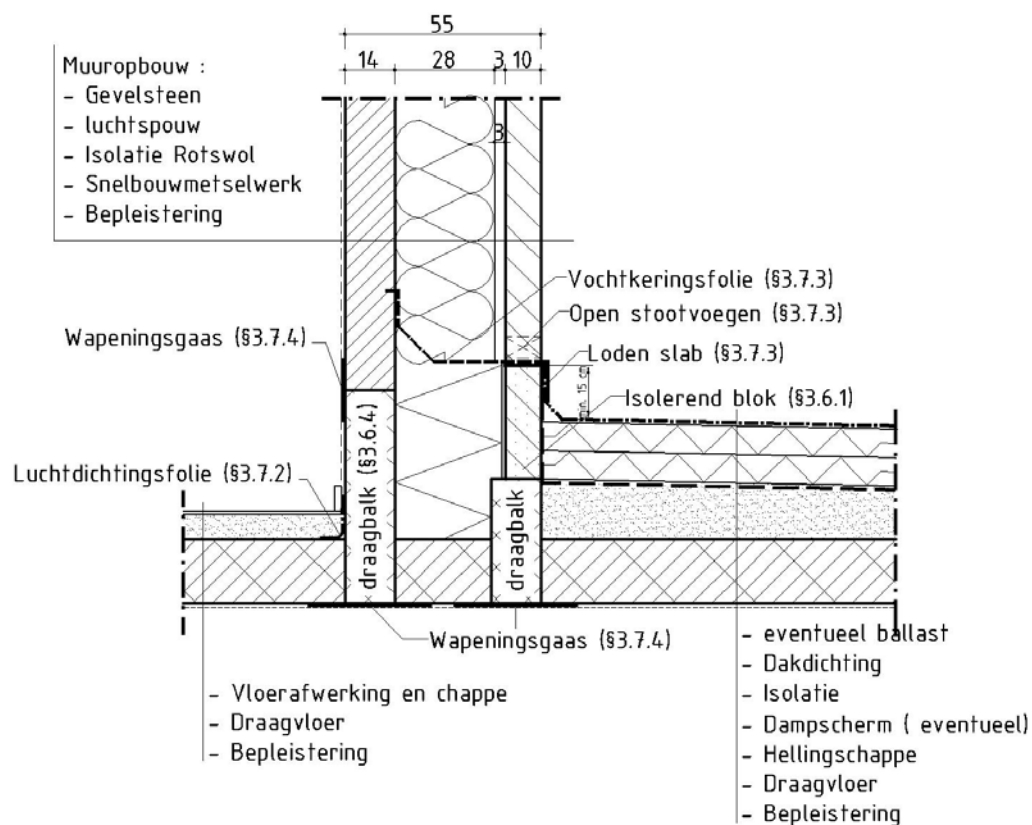
3.6.2

Detail :	Cellenglas met dakrand
Hoofdstuk :	3.6. Aansluiting gevel - plat dak
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



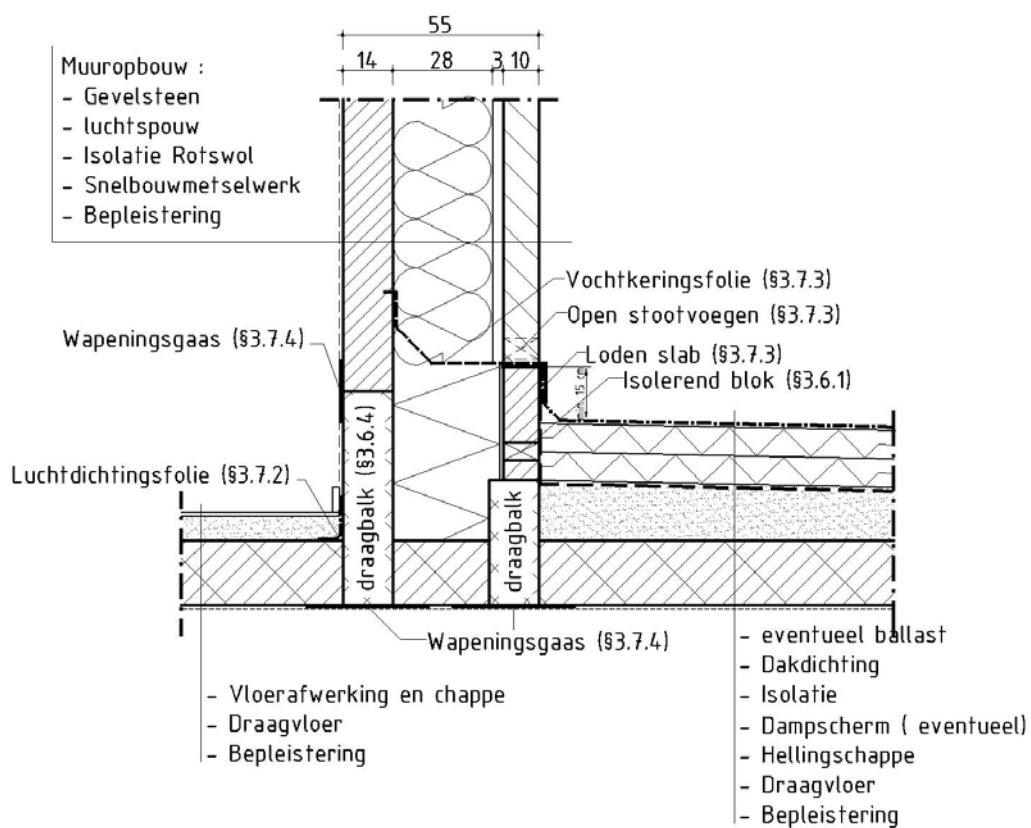
3.6.3

Detail :	Cellenglas met deksteen
Hoofdstuk :	3.6. Aansluiting gevel - plat dak
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



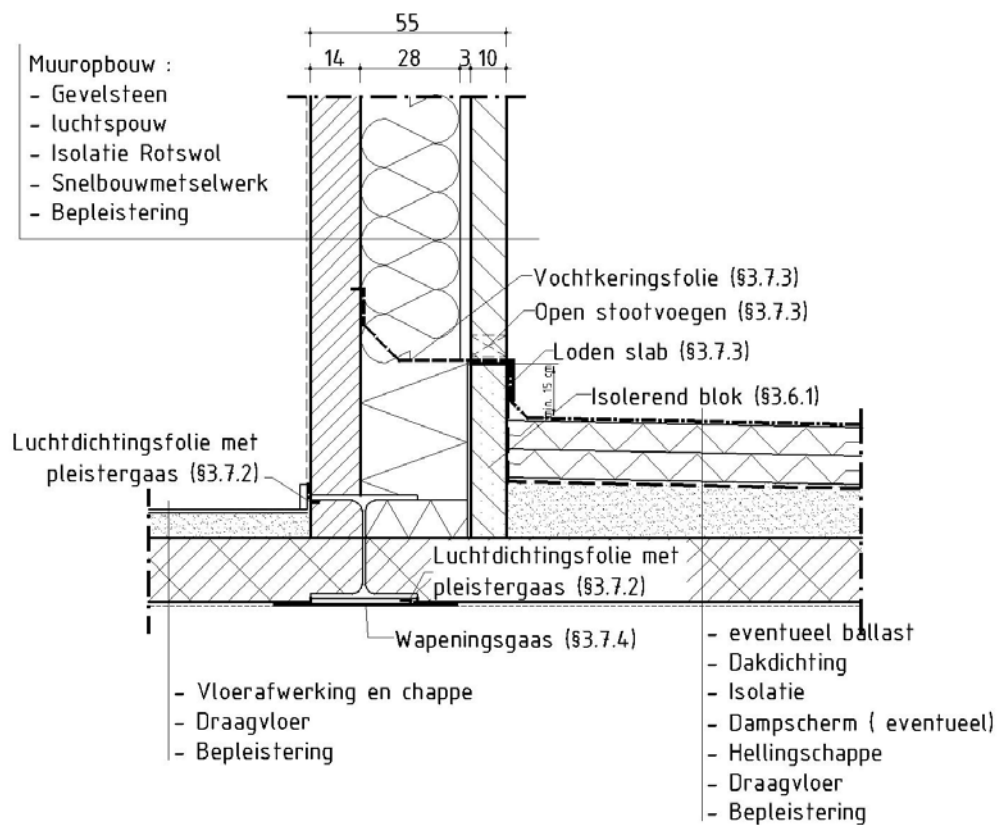
3.7.1

Detail :	Draagbalken met cellenbeton
Hoofdstuk :	3.7. Aansluiting plat dak - gevel
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



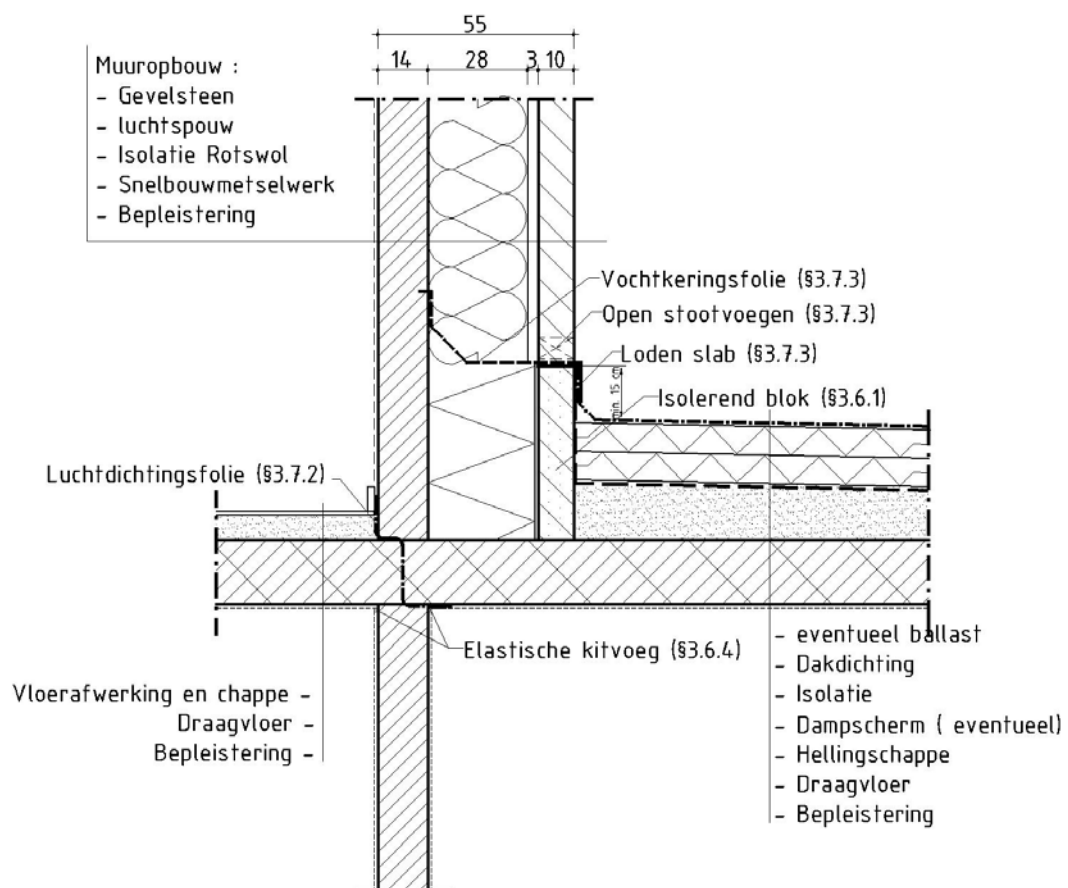
3.7.2

Detail :	Draagbalken met cellenglas
Hoofdstuk :	3.7. Aansluiting plat dak - gevel
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



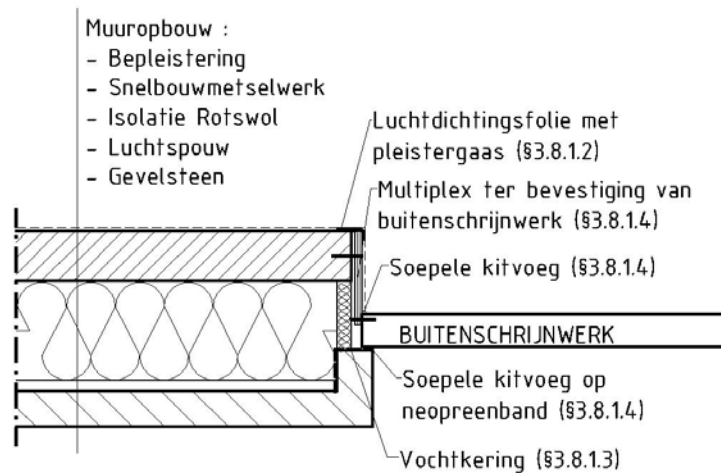
3.7.3

Detail :	Metalen draagbalk met cellenbeton
Hoofdstuk :	3.7. Aansluiting plat dak - gevel
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



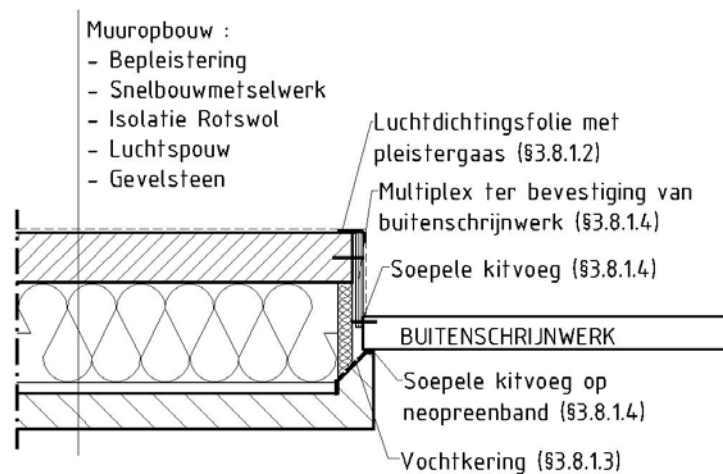
3.7.4

Detail :	Draagmuren met cellenbeton
Hoofdstuk :	3.7. Aansluiting plat dak - gevel
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



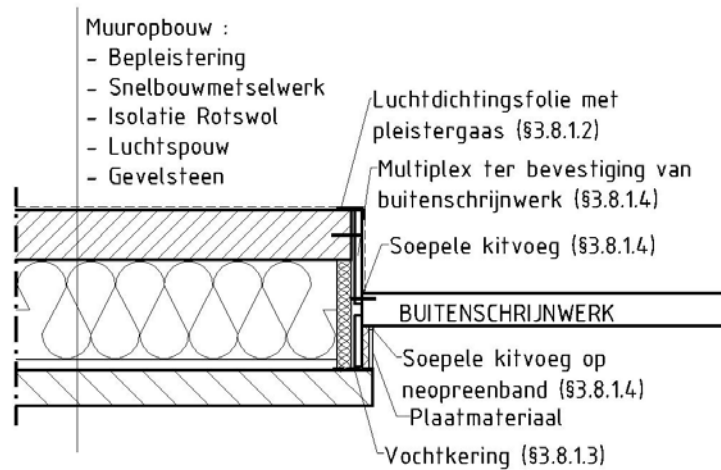
3.8.1

Detail :	Horizontaal teruggemetste dag
Hoofdstuk :	3.8. Inbouw buitenschrijnwerk
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



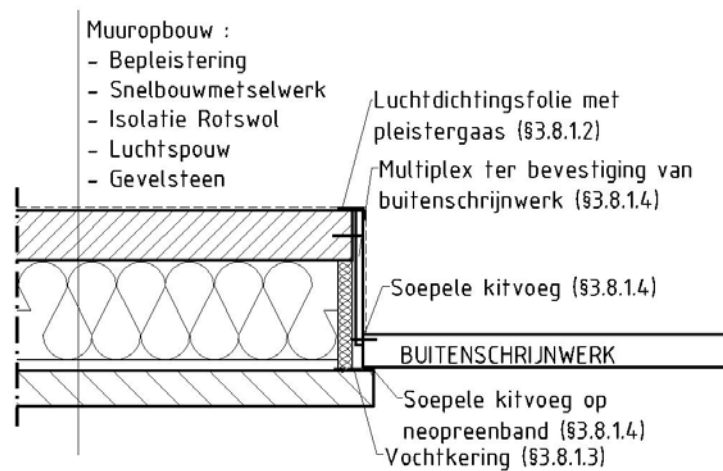
3.8.2

Detail :	Hor. teruggemetste dag afgeschuind
Hoofdstuk :	3.8. Inbouw buitenschrijnwerk
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



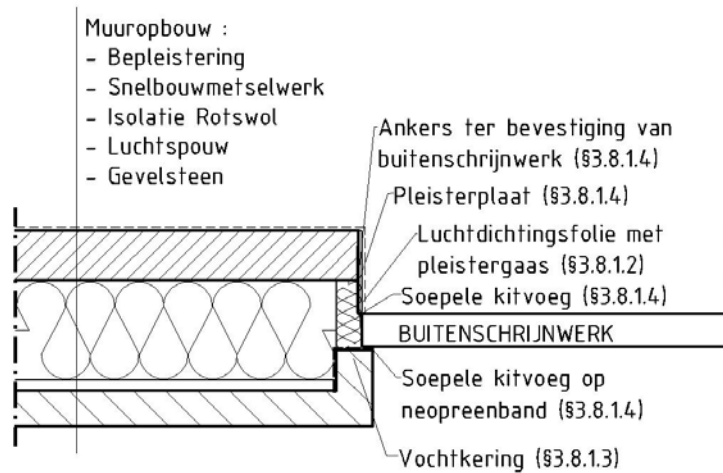
3.8.3

Detail :	Hor. teruggemetste dag plaatmat.
Hoofdstuk :	3.8. Inbouw buitenschrijnwerk
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



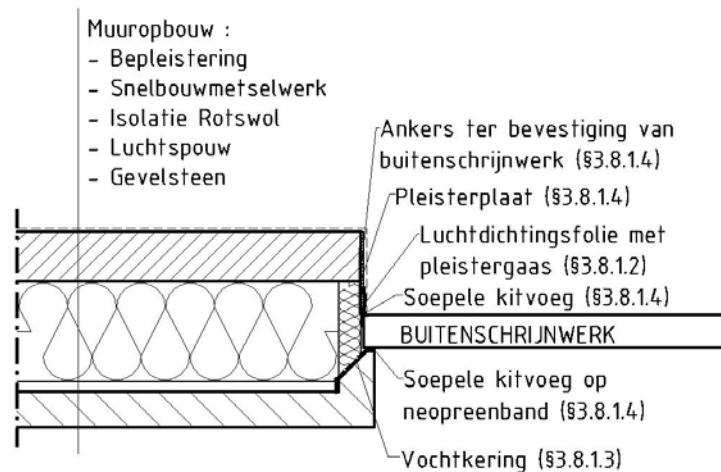
3.8.4

Detail :	Hor. achter dag
Hoofdstuk :	3.8. Inbouw buitenschrijnwerk
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



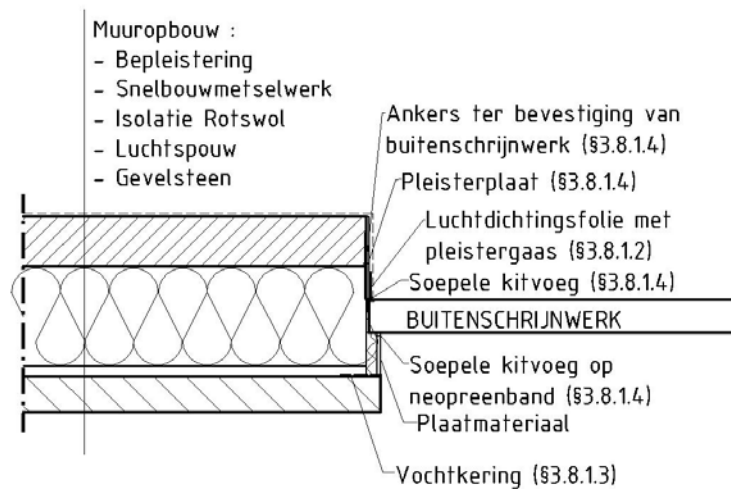
3.8.5

Detail :	Hor. teruggemetste dag ankers
Hoofdstuk :	3.8. Inbouw buitenschrijnwerk
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



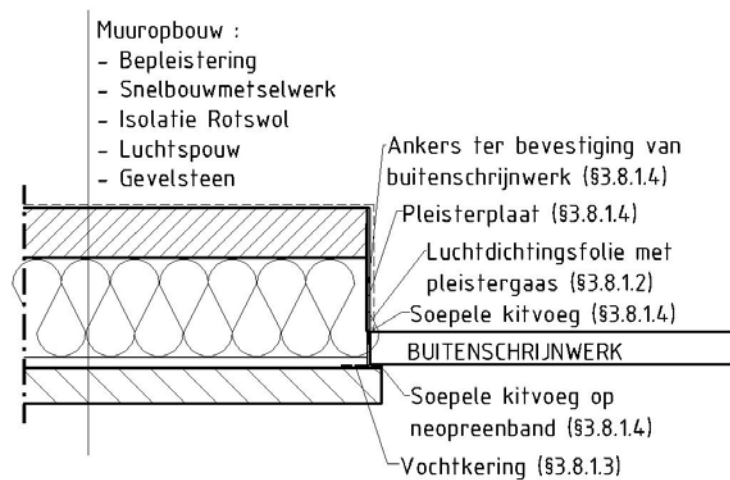
3.8.6

Detail :	Hor. teruggem. dag afgeschuind (2)
Hoofdstuk :	3.8. Inbouw buitenschrijnwerk
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



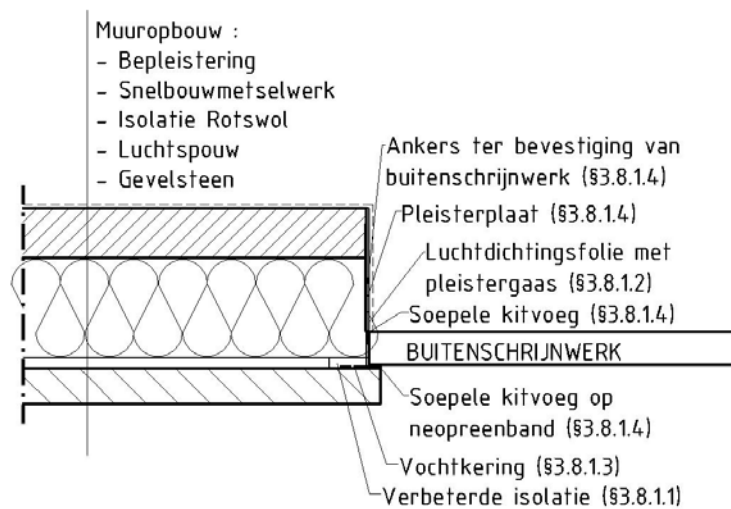
3.8.7

Detail :	Hor. teruggem. dag ankers, plaat
Hoofdstuk :	3.8. Inbouw buitenschrijnwerk
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



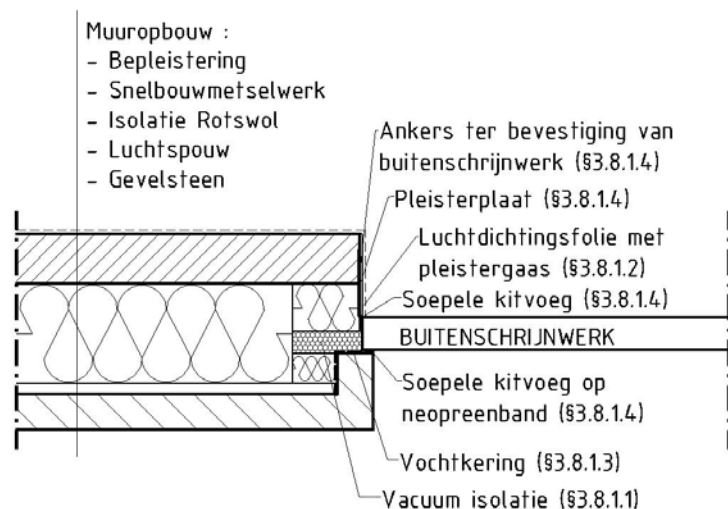
3.8.8

Detail :	Hor. achter dag ankers
Hoofdstuk :	3.8. Inbouw buitenschrijnwerk
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



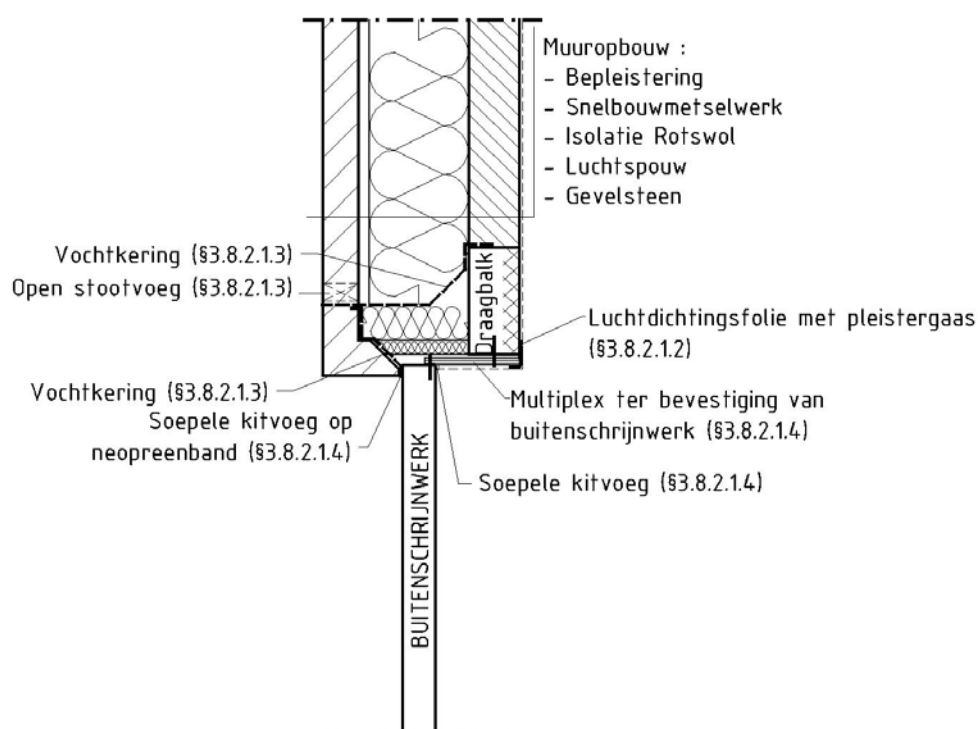
3.8.9

Detail :	Hor. achter dag ankers (2)
Hoofdstuk :	3.8. Inbouw buitenschrijnwerk
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



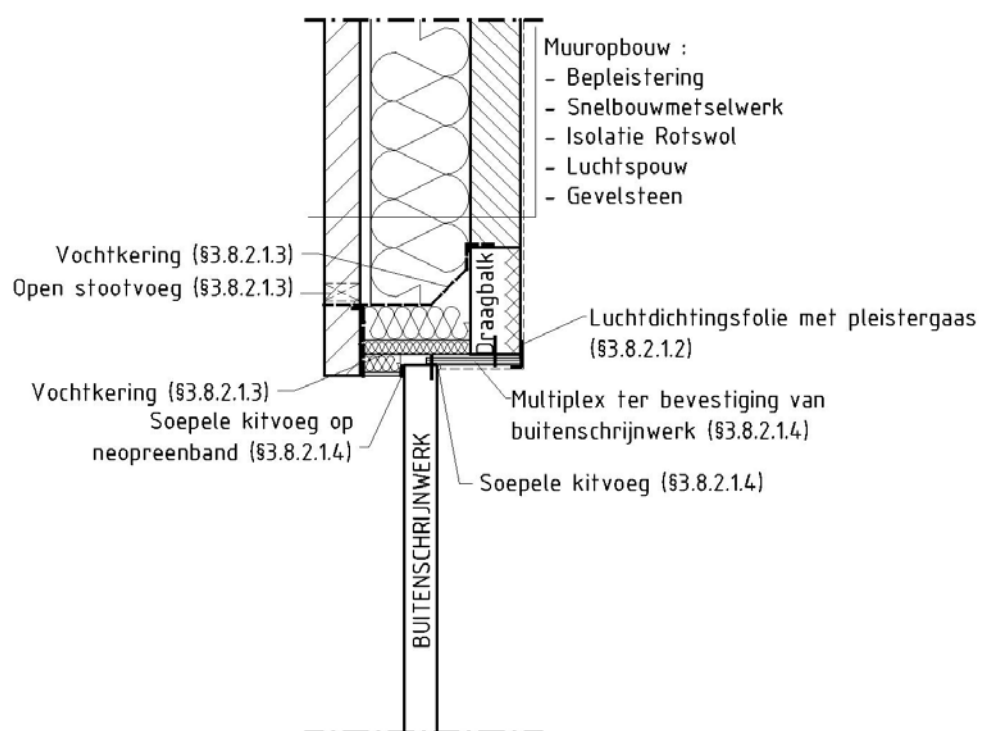
3.8.11

Detail :	Hor. teruggem. dag ankers vacuüm(2)
Hoofdstuk :	3.8. Inbouw buitenschrijnwerk
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



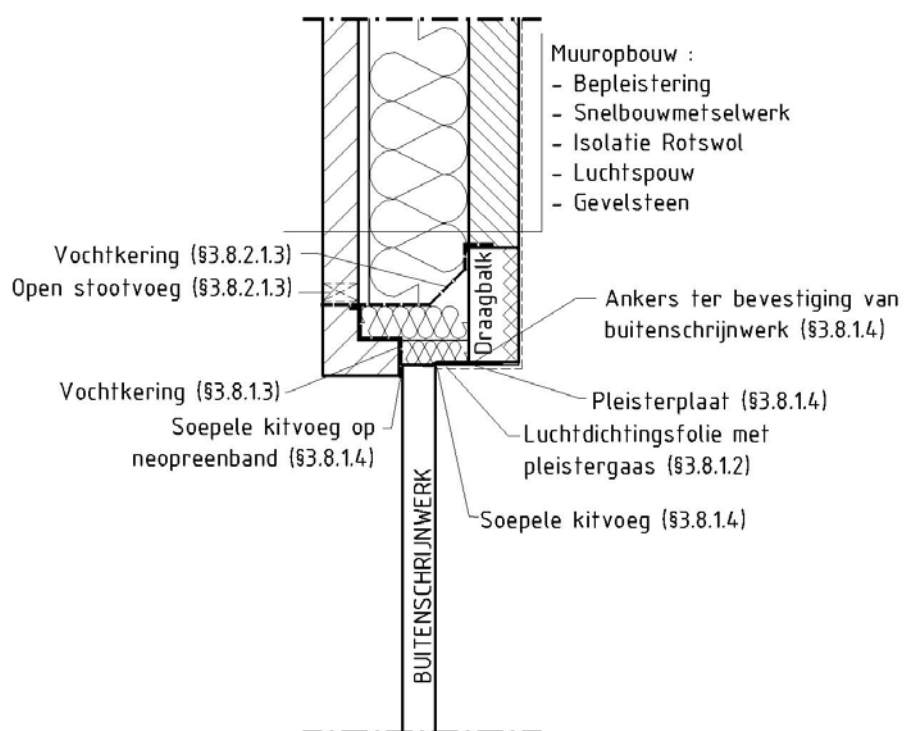
3.8.13

Detail :	Linteel teruggem. dag afgeschuind
Hoofdstuk :	3.8. Inbouw buitenschrijnwerk
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



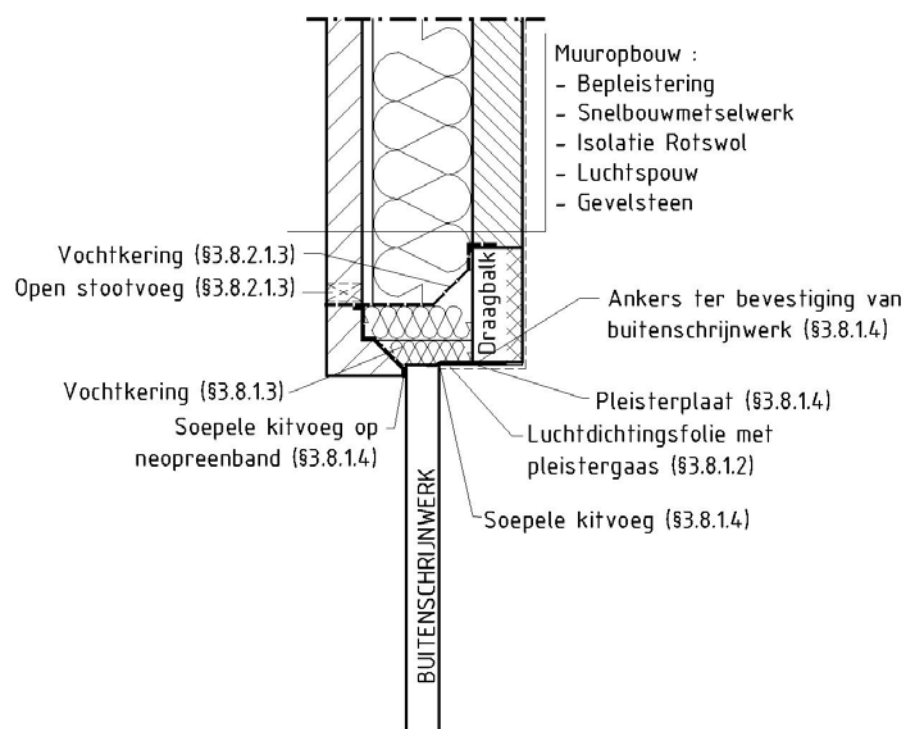
3.8.14

Detail :	Linteel teruggem. dag plaat
Hoofdstuk :	3.8. Inbouw buitenschrijnwerk
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



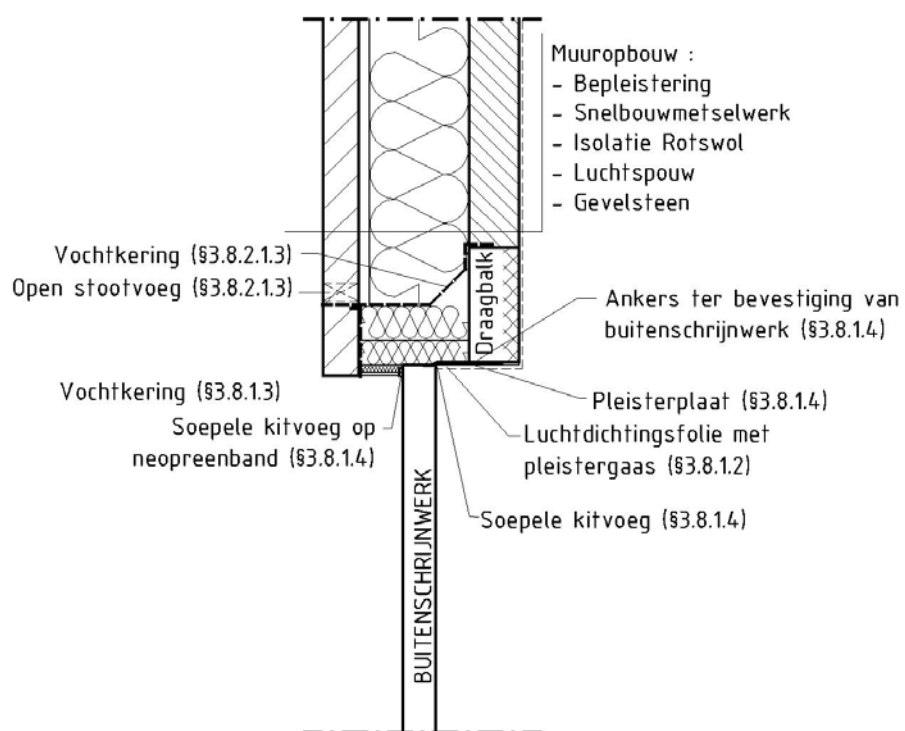
3.8.15

Detail :	Linteel teruggem. dag ankers
Hoofdstuk :	3.8. Inbouw buitenschrijnwerk
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



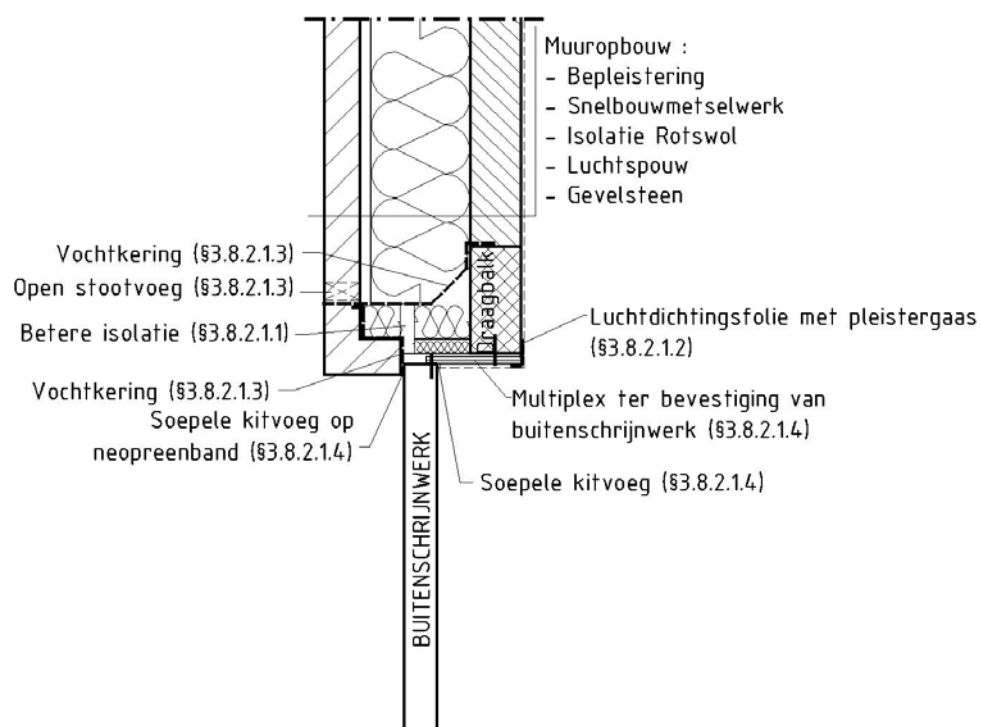
3.8.16

Detail :	Lin. teruggem. dag ankers afgesch.
Hoofdstuk :	3.8. Inbouw buitenschrijnwerk
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



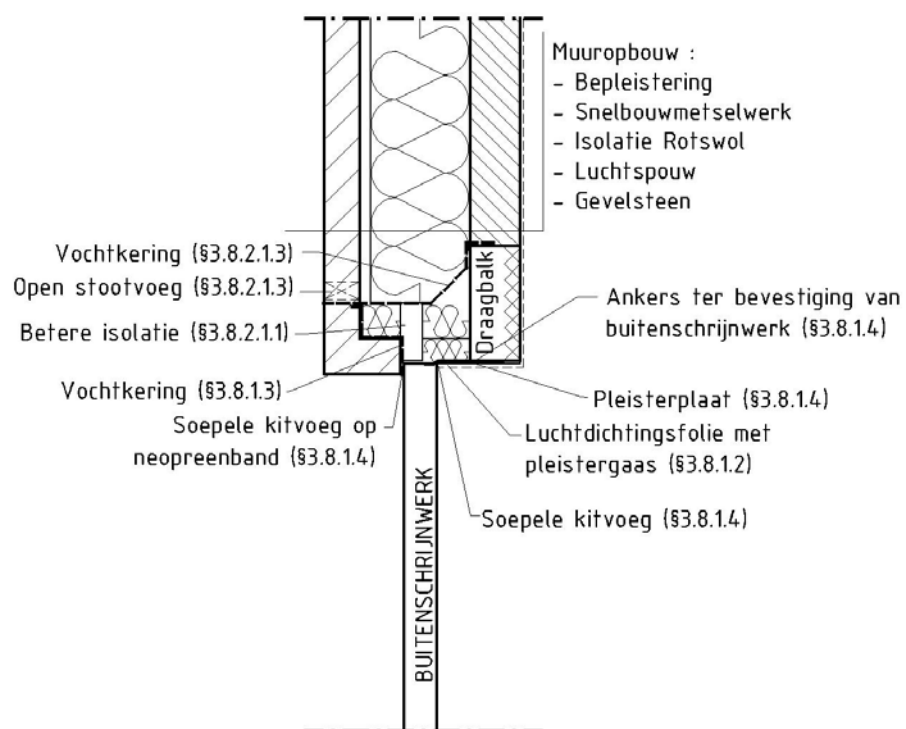
3.8.17

Detail :	Lin. teruggem. dag ankers plaat
Hoofdstuk :	3.8. Inbouw buitenschrijnwerk
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009

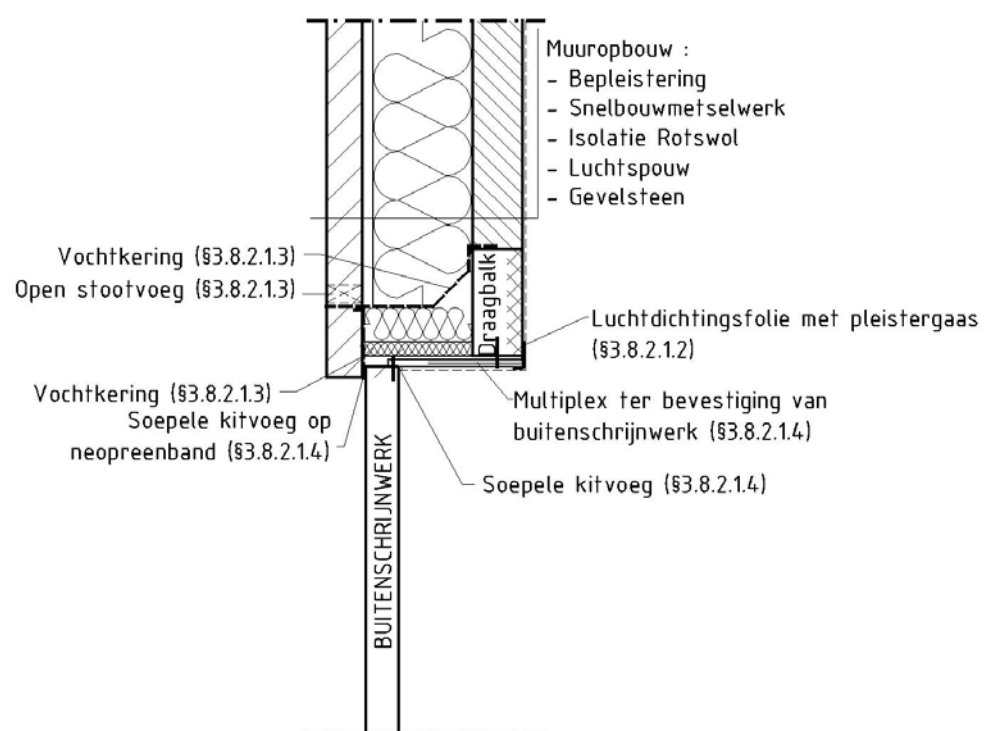


3.8.18

Detail :	Lin. teruggem. dag betere isolatie
Hoofdstuk :	3.8. Inbouw buitenschrijnwerk
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009

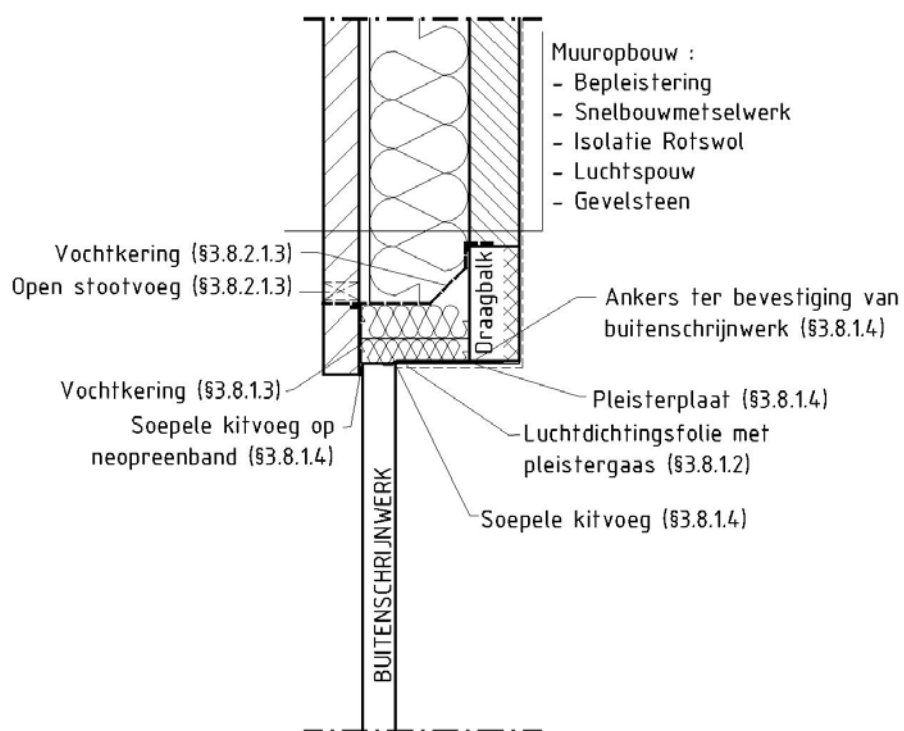


3.8.19	Detail :	Lin. teruggem. dag betere isolatie (a
	Hoofdstuk :	3.8. Inbouw buitenschrijnwerk
	Project :	Masterproef
	Schaal :	1/20
	Datum :	01/06/2009

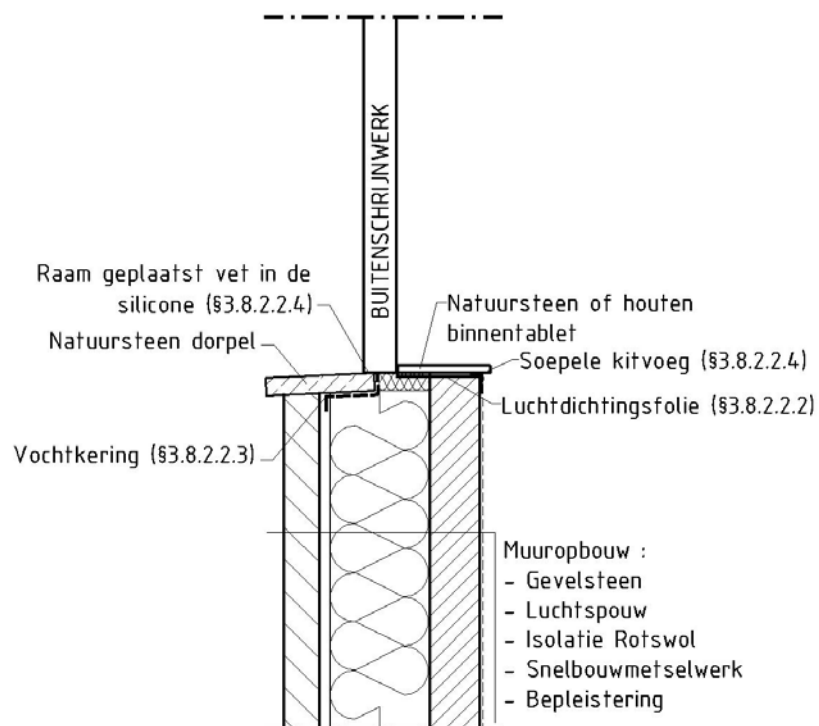


3.8.20

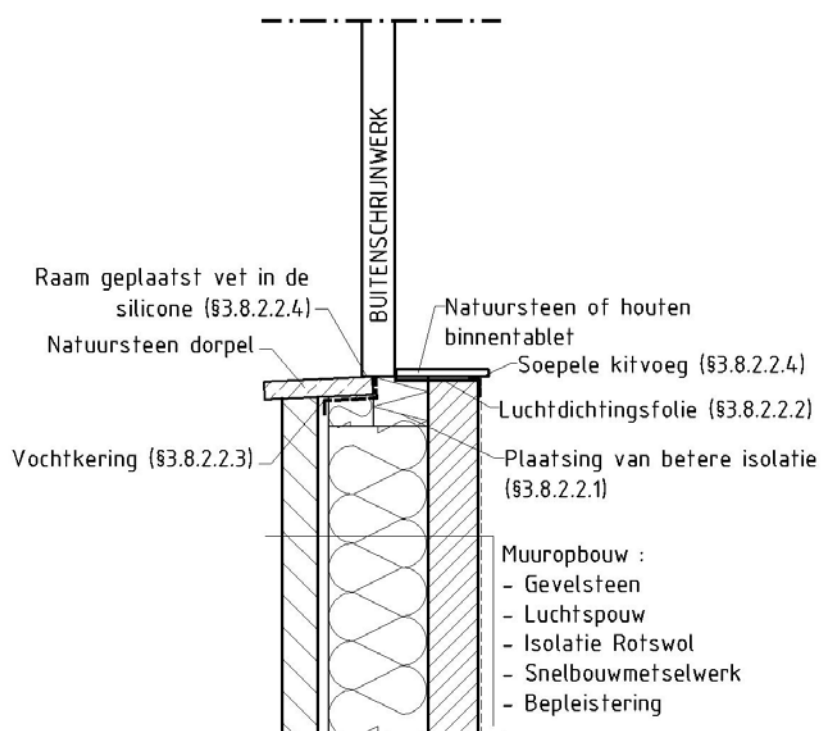
Detail :	Lin. achter dag
Hoofdstuk :	3.8. Inbouw buitenschrijnwerk
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



3.8.21	Detail :	Lin. achter dag ankers
	Hoofdstuk :	3.8. Inbouw buitenschrijnwerk
	Project :	Masterproef
	Schaal :	1/20
	Datum :	01/06/2009

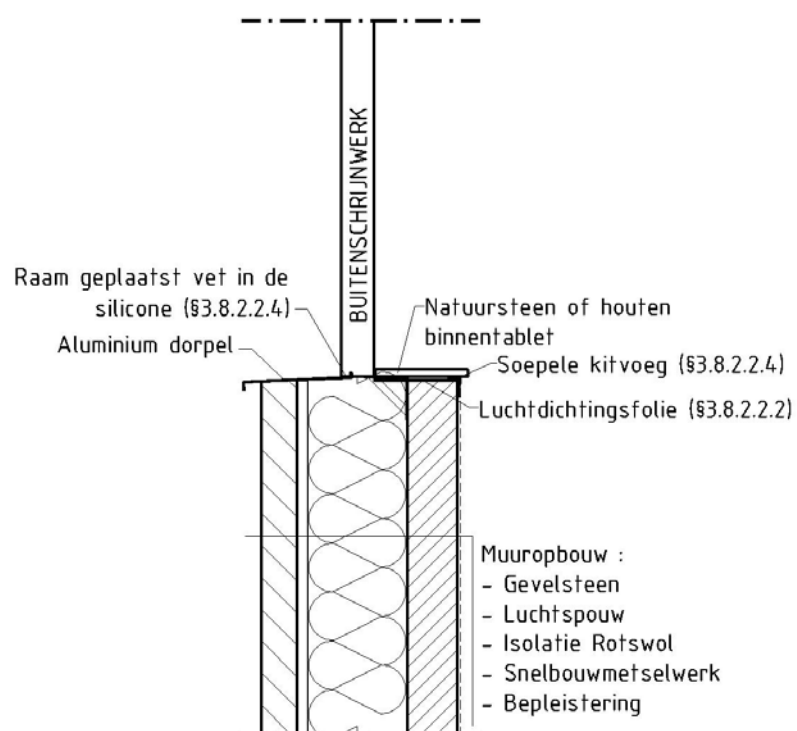


3.8.22	Detail :	Dorpel raam nat. dorpel
	Hoofdstuk :	3.8. Inbouw buitenschrijnwerk
	Project :	Masterproef
	Schaal :	1/20
	Datum :	01/06/2009



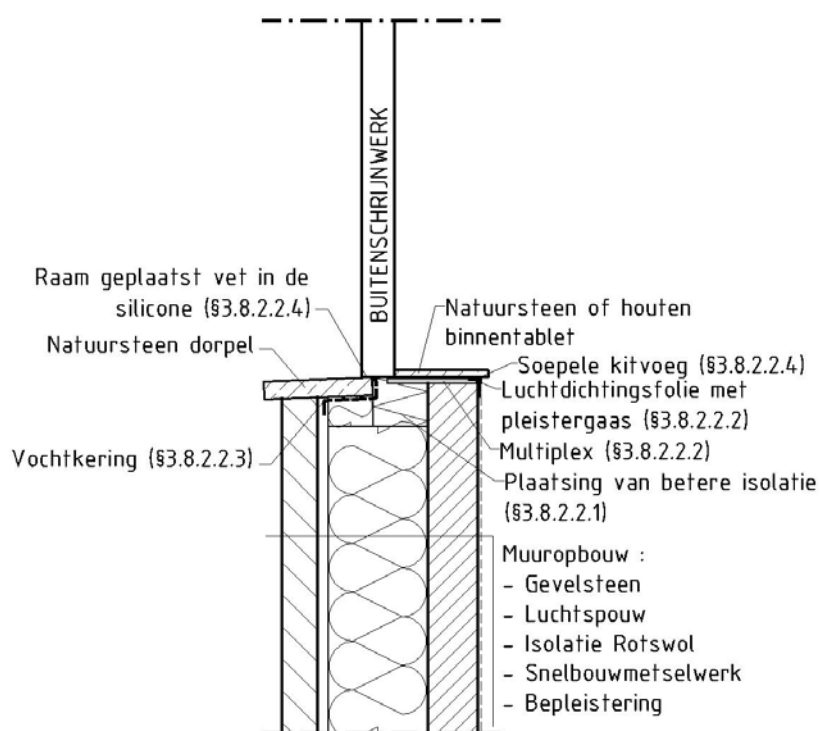
3.8.23

Detail :	Dorpel raam nat. dorpel (2)
Hoofdstuk :	3.8. Inbouw buitenschrijnwerk
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



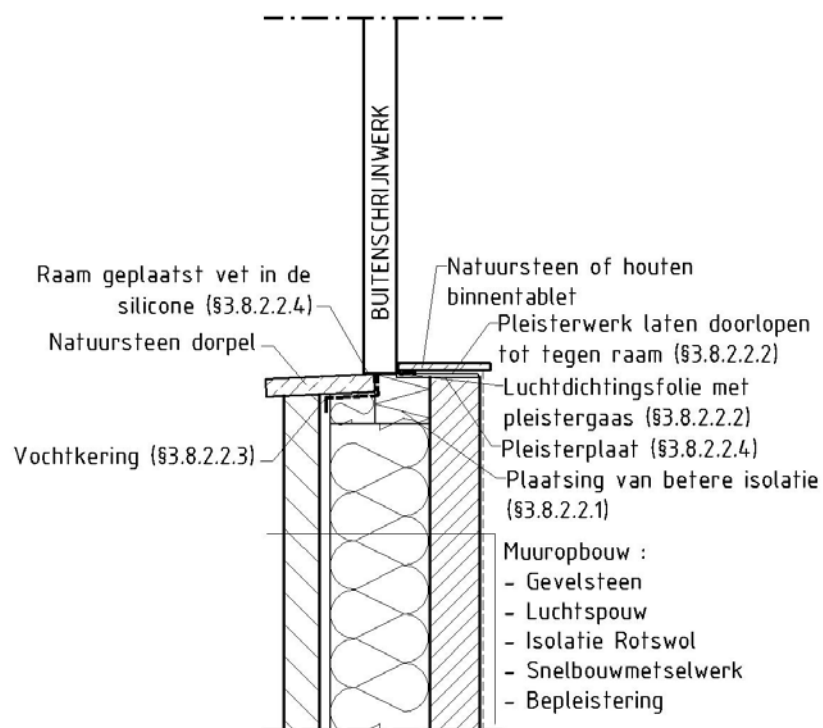
3.8.24

Detail :	Dorpel raam alu. dorpel (2)
Hoofdstuk :	3.8. Inbouw buitenschrijnwerk
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



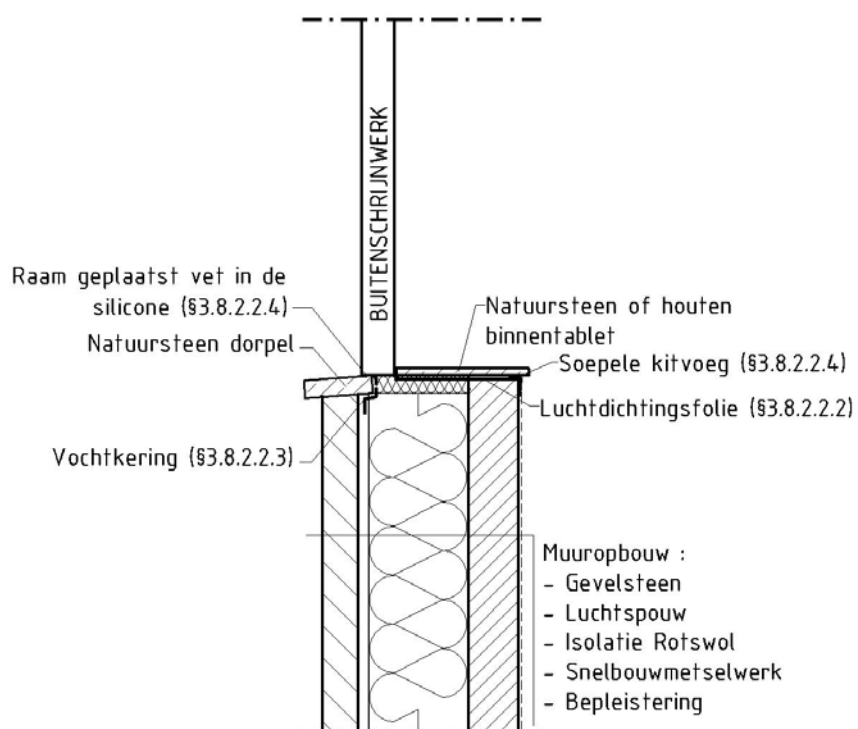
3.8.25

Detail :	Dorpel raam nat. dorpel (3)
Hoofdstuk :	3.8. Inbouw buitenschrijnwerk
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



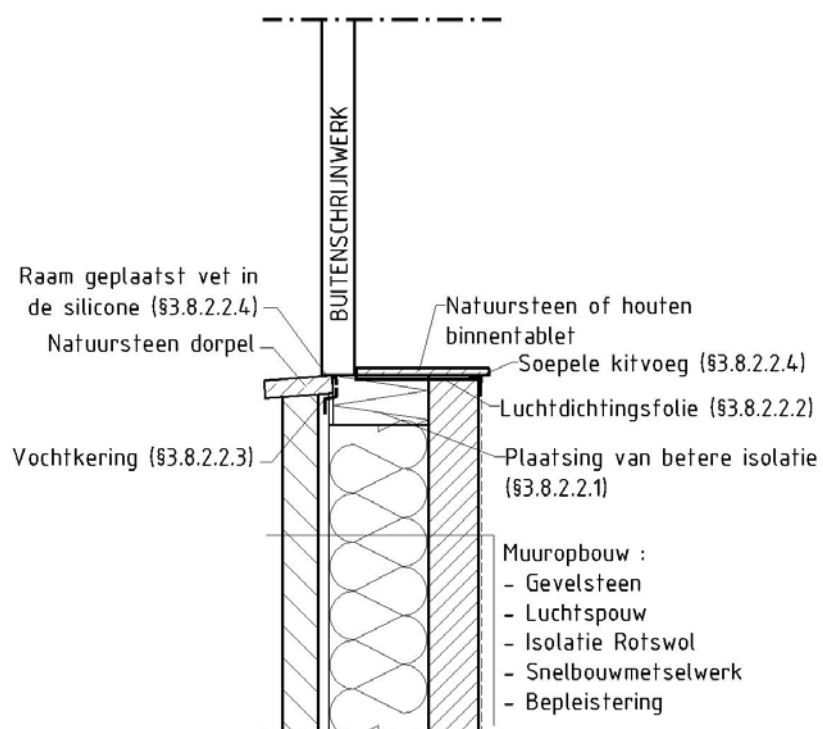
3.8.26

Detail :	Dorpel raam nat. dorpel (4)
Hoofdstuk :	3.8. Inbouw buitenschrijnwerk
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



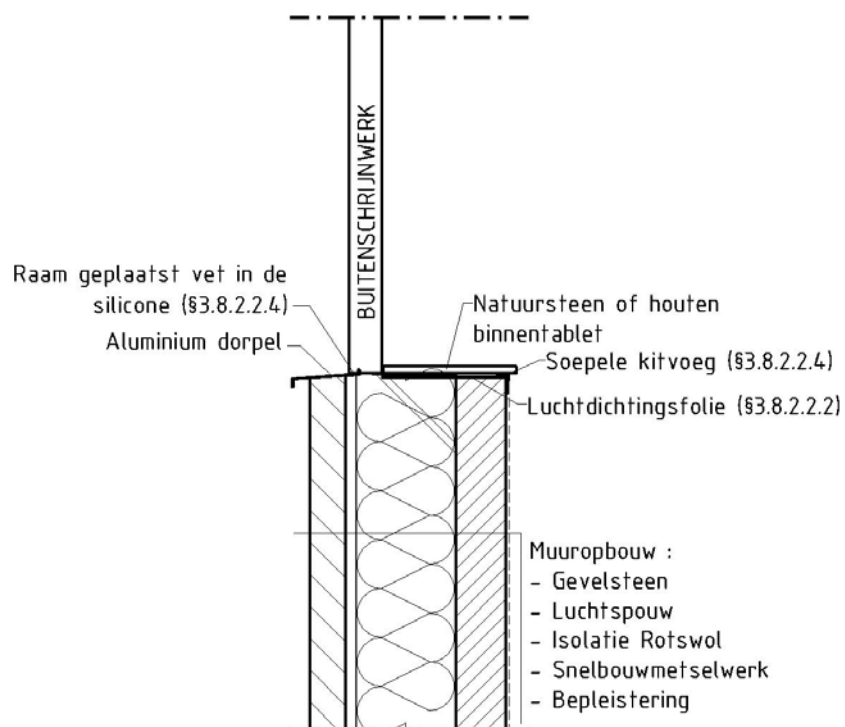
3.8.27

Detail :	Dorpel raam nat. dorpel AD
Hoofdstuk :	3.8. Inbouw buitenschrijnwerk
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



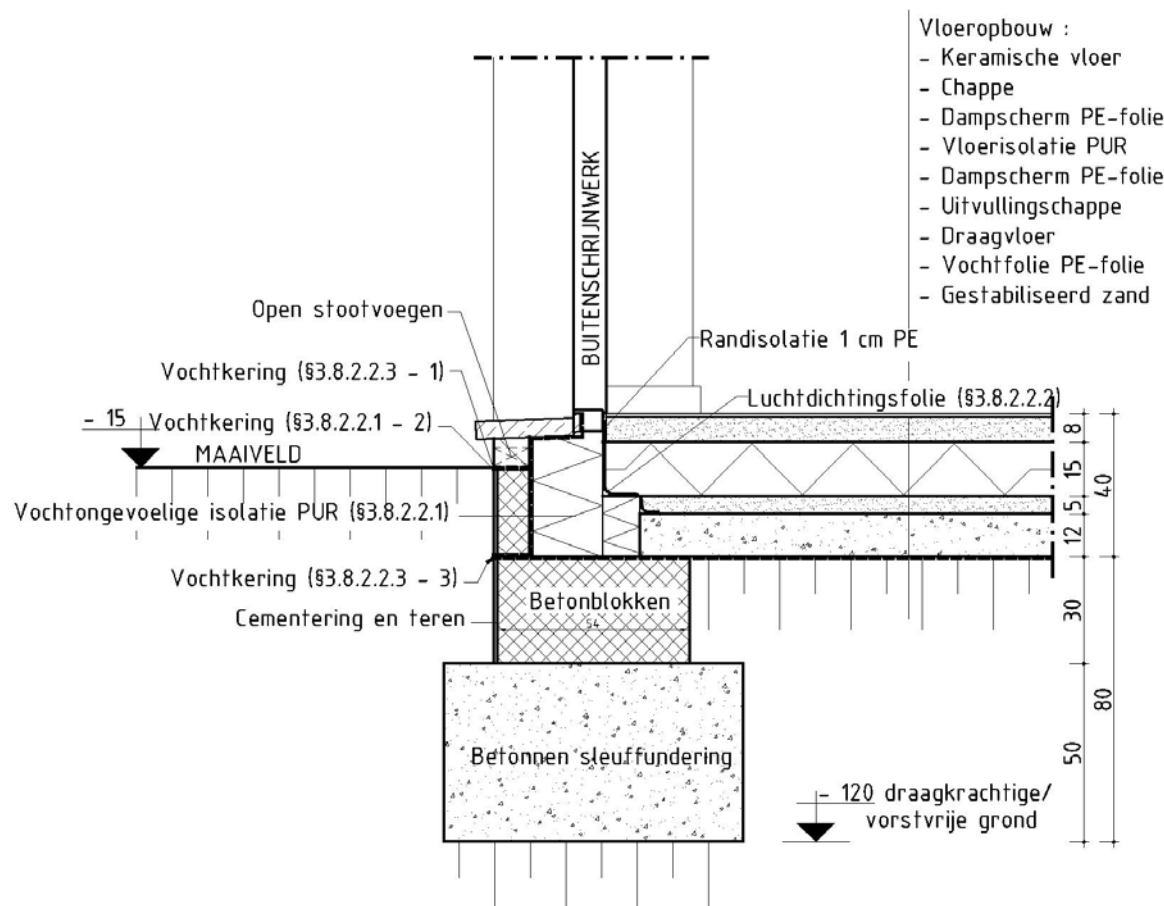
3.8.28

Detail :	Dorpel raam nat. dorpel AD (2)
Hoofdstuk :	3.8. Inbouw buitenschrijnwerk
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



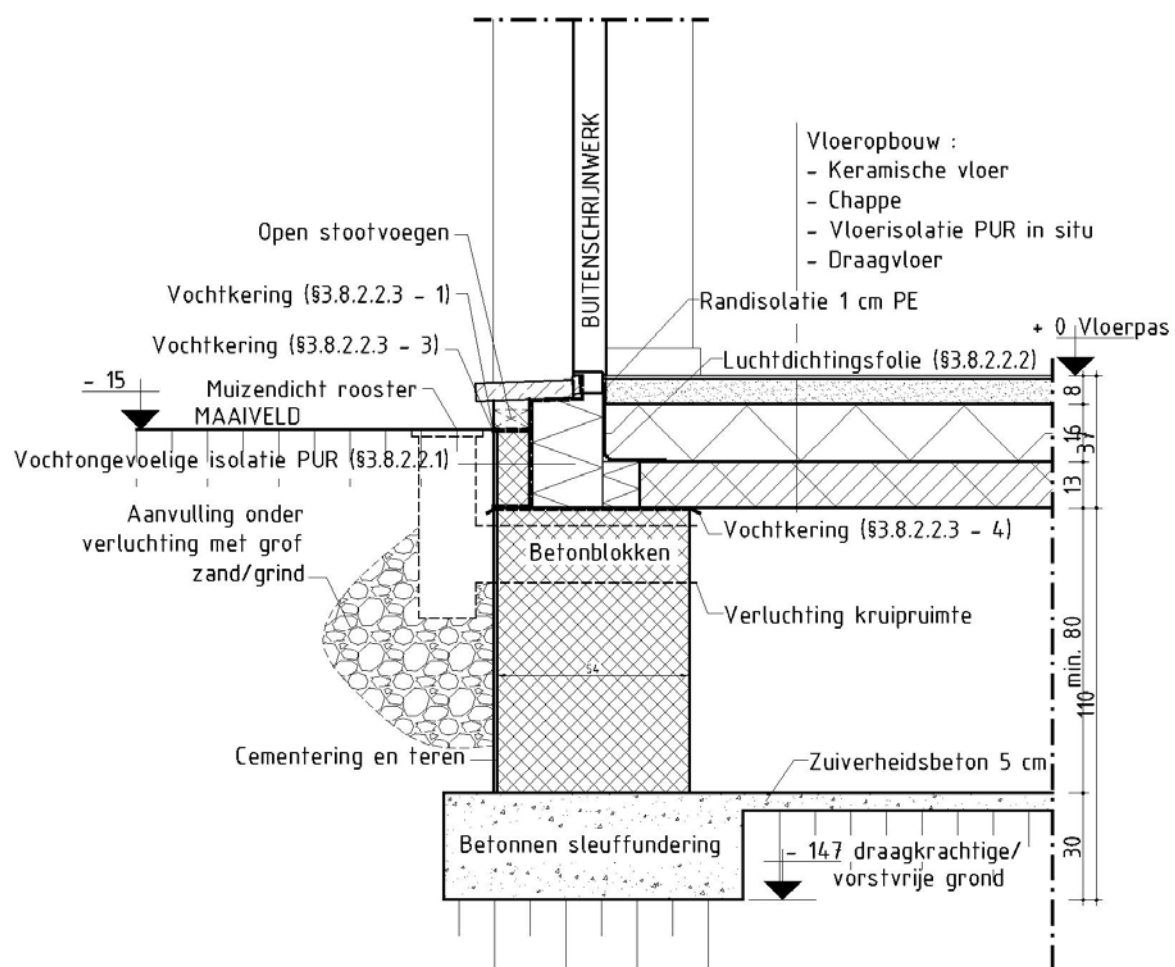
3.8.29

Detail :	Dorpel raam alu. dorpel
Hoofdstuk :	3.8. Inbouw buitenschrijnwerk
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



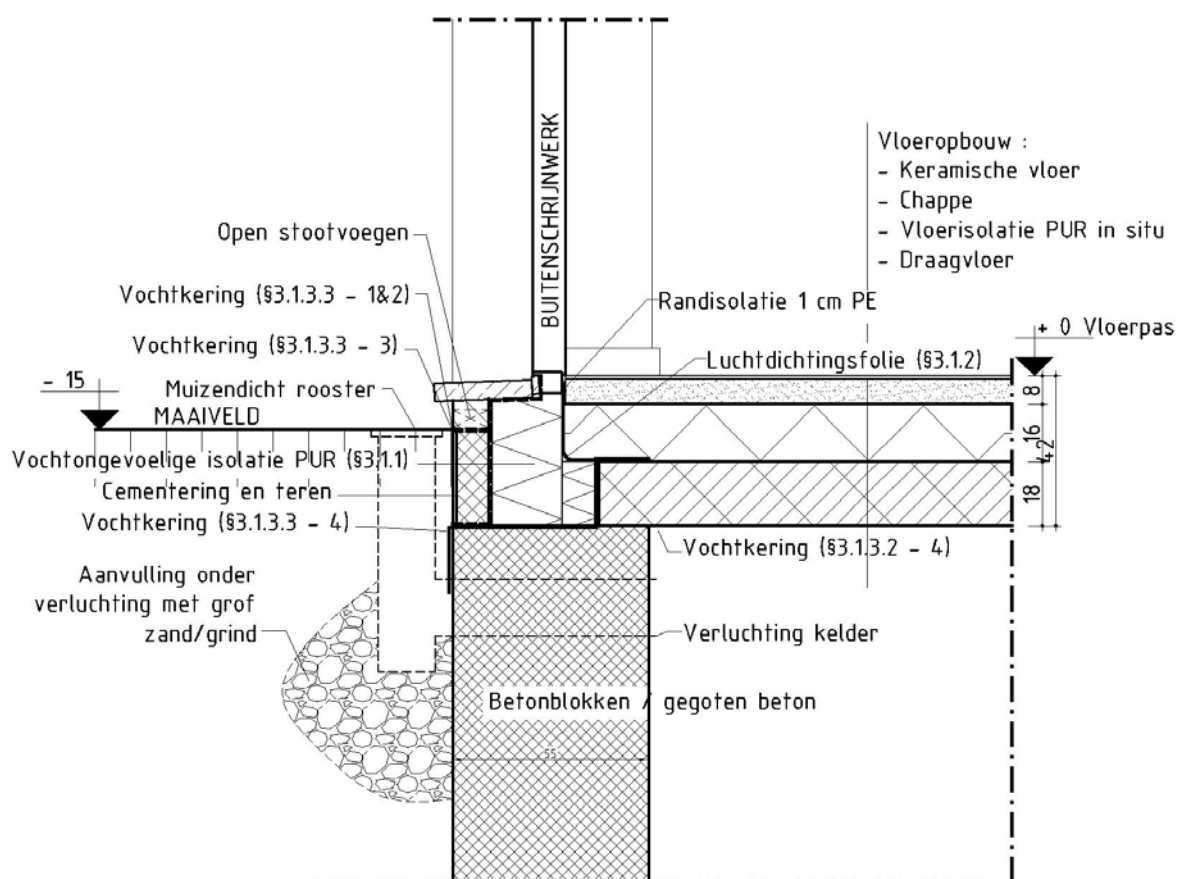
3.8.30

Detail :	Dorpel deur teruggemetste dag VG
Hoofdstuk :	3.8. Inbouw buitenschrijnwerk
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



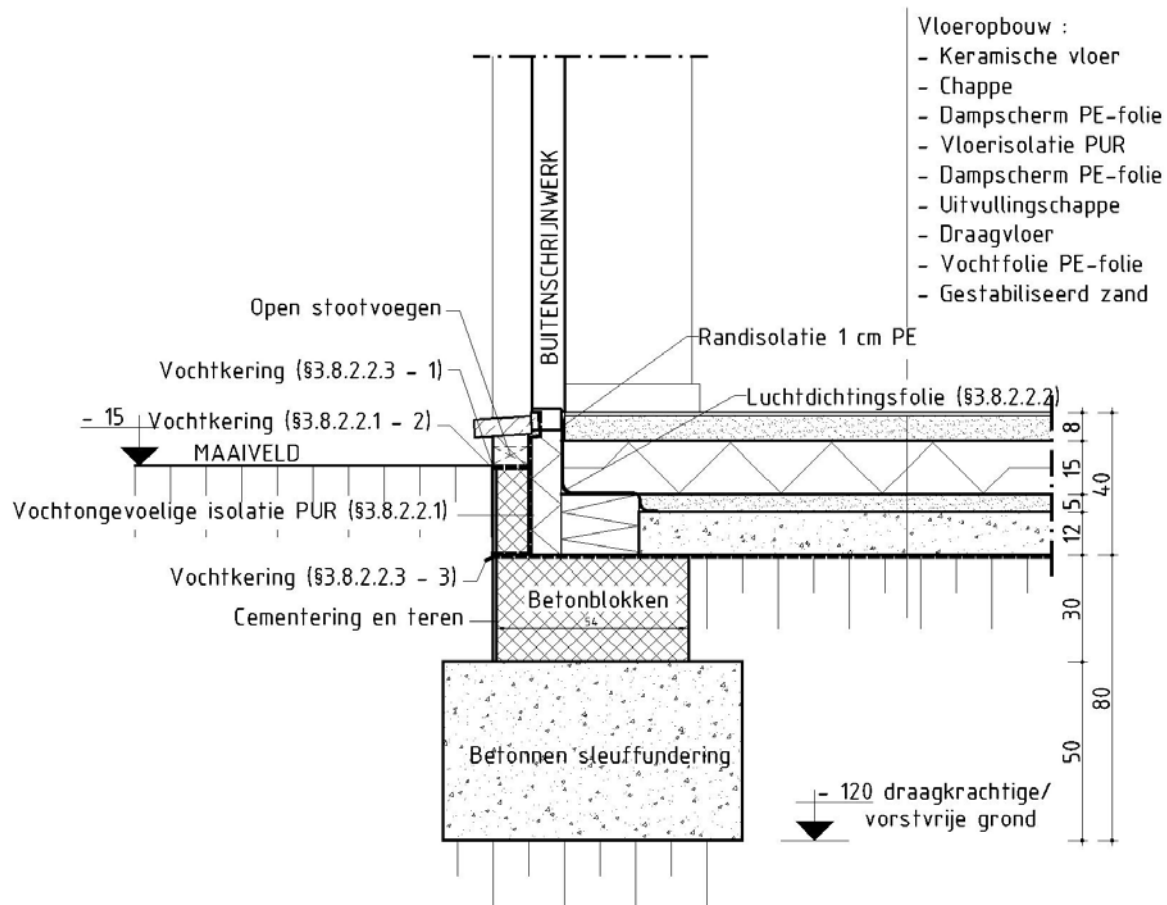
3.8.31

Detail :	Dorpel deur teruggemetste dag KR
Hoofdstuk :	3.8. Inbouw buitenschrijnwerk
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



3.8.32

Detail :	Dorpel deur teruggemetste dag K
Hoofdstuk :	3.8. Inbouw buitenschrijnwerk
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009



3.8.33

Detail :	Dorpel deur achter dag VG
Hoofdstuk :	3.8. Inbouw buitenschrijnwerk
Project :	Masterproef
Schaal :	1/20
Datum :	01/06/2009

7.Referenties :

1. Passiefhuisgids “ instrumentarium voor de architect” *uitgegeven door Passiefhuisplatform*
ISBN : 908111823-4
2. Oplossingen voor Passiefhuizen *uitgegeven door Passiefhuisplatform*
3. Bouwfysica I “Warmte- en massatransport” - Hugo Hens – *Uitgegeven door ACCO*
ISBN : 90-334-5412-2
4. Bouwfysica 2/1a “Bouwdelen” - Hugo Hens – Uitgegeven door ACCO – ISBN : 90-334-5912-4
5. Bouwfysica 2/1b “Bouwdelen” - Hugo Hens – Uitgegeven door ACCO – ISBN : 90-334-6146-3
6. Toegepaste bouwfysica 1 “Randvoorwaarden, prestaties, materiaaleigenschappen – Hugo Hens – uitgegeven door ACCO – ISBN : 90-334-5511-0
7. Toegepaste bouwfysica en installaties in gebouwen “Binnenmilieu, energie, verwarming, ventilatie” - Hugo Hens – uitgegeven door ACCO – ISBN : 978-90-334-6750-9
8. Das kostengünstige mehrgeschossige Passivhaus in verdichteter Bauweise (Teil 1 t/m 5) – *uitgegeven door Passivhaus Institut*
9. PHPP 2007 (Passiefhuis-projectpakket 2007); handleiding PHPP 2007 – Dr. Wolfgang Feist – Vakinformatie PHI-2007/1
10. Lastenboek van de vlaamse maatschappij sociaal wonen (zie www.vmsw.be)
11. WTCB technische voorlichtingen :
 1. Dekvloeren TV 189 & 193
 2. Daken met betonpannen TV 202
 3. Platte daken TV 191 & 215
 4. Voorkomen en bestrijden van radon in woningen TV 211
 5. Dakbedekking met leien TV 219
 6. Plaatsing van buitenschrijnwerk TV 188
12. Details op www.bouwdetails.be uitgegeven door passiefhuisplatform
13. Details op www.massiefpassief.be

Sites

1. www.passiefhuisplatform.be
2. www.passiv.de
3. www.energiesparen.be
4. www.europeanpassivehouses.org
5. www.massiefpassief.be
6. www.cepheus.de
7. www.butbg.be
8. www.vmsw.be
9. www.bbri.be
10. www.bbri.be/antenne_norm/energie/nl
11. www.epbd.be