

Kennisblad thermische isolatie

Checklist

Is de aangegeven dikte van de isolatie voldoende om de gevraagde warmte weerstand (R_c) in de EPC-berekening te realiseren?

Is de isolatie geschikt voor de betreffende situatie? (denk hierbij aan: vocht, dampdichtheid, brand, geluid, belasting, verwerking)

Is de isolatie op de juiste plaats aangegeven (bijv. tegen binnenspouwblad).

Ga na of de holten achter de isolatie met isolatie (bijv. bij de kantkorting) zijn gevuld, daarmee wordt convectie voorkomen.

Ga na of de isolatie met voldoende spouwankers wordt bevestigd. Ga na of het juiste materiaal voorgeschreven is (gegalvaniseerde spouwankers worden gecompenseerd met 5 mm extra dikte isolatie t.o.v. RVS-spouwankers).

Ga na of de isolatie doorgaand en aaneengesloten is aangegeven.

Werkwijze

1. Bereken de benodigde isolatiedikte (zie NPR 2068 bijlage D).
2. Ontwerp de spouwbreedte (isolatiedikte + 40 mm)
3. Selecteer het juiste isolatiemateriaal
 - In vochtbelaste situaties: EPS, XPS, FOAMGLAS
 - In situaties waar inwendige condensatie moet worden voorkomen: FOAMGLAS, XPS (niet in alle situaties) of isolatie voorzien van een dampremmende laag aan de zijde met de hoogste binnentemperatuur (of vochtbelasting)
 - In situaties waar branddoorslag moet worden voorkomen: steenwol, glaswol
 - In situaties waar akoestische koppeling moet worden voorkomen: minerale wol (steenwol, glaswol)
 - In situaties waar het isolatiemateriaal op druk wordt belast: FOAMGLAS of speciale koudebrugonderbrekingen
 - In situaties waar het isolatiemateriaal bewerkt moet worden (bijv. ondersteuning waterdichte lagen): EPS, Rockwool
 - In renovatiesituaties (bijv. navullen spouwen, na-isoleren begane grondvloeren): EPS (los), steenwol (vlokken), PUR-schuim.
4. Geef de isolatie aan tegen het binnenspouwblad. Bij HSB: teken de ruimte tussen de stijlen en regels volledig gevuld.
5. Teken een vlak binnenspouwblad. Doorstekende- of terugliggende bouwmuren of vloerranden zorgen voor problemen in de uitvoering.
6. Geeft de toch nog ontstane ruimten achter de isolatie volledig gevuld met isolatie aan.
7. Isolatie met de extra functie ondersteuning waterdichte of waterwerende lagen, correct aangeven. Afgeschuind ($\geq 10^\circ$) en voorbij de staalconstructies (bijv. metselwerkdragers) aangegeven, zodat de waterdicht – of waterwerende laag niet beschadigd.
8. Isolatie wordt in de praktijk tijdens de uitvoering blootgesteld aan weersinvloeden. Ga na (open tijd periode) of de isolatie beschermd moet worden met een waterwerende dampdoorlatende folie en geef deze op tekening aan.
9. Teken de isolatie doorgaand en aansluitend op de overige bouwdelen (spouwlat, dakplaat, waterdichte laag, e.d.).
10. Teken platte ankers (anders moet de isolatie uitgekeept worden)

Principes isoleren

- De juiste isolatiedikten berekenen en in details aangeven is van groot belang, anders wordt de gevraagde (vereiste) warmteweerstand (R_c) niet gerealiseerd.
De basisberekening voor de R is zeer simpel: dikte delen door de warmtegeleidingcoëfficiënt (λ). De λ -waarde varieert van 0,021 – 0,045 afhankelijk van het isolatiemateriaal. Raadpleeg de fabrikant en/of de SBR uitgave n° 9, 4^e druk.
Behalve deze zeer eenvoudige berekening zijn er complexere berekeningen (zie voor voorbeelden NPR 2068, SBR-infobladen (www.SBR.info) of de NEN praktijkgids energiebesparing.
In de praktijk worden veel fouten gemaakt bij de berekening van de afschotisolatie en de warmteweerstand van samengestelde constructies (HSB).
- Houdt bij het ontwerpen van details dus rekening met de benodigde isolatiedikte (dakranden, opgaand werk, houten borstwering van kozijnen, HSB-elementen e.d.).
- Isolatie wordt vastgezet tegen de achterliggende constructie. In spouwen worden spouwankers gebruikt. De diameter is meestal 4 mm, bij hoge gebouwen wordt ook 6 mm voorgeschreven. Het aantal is 4-6 stuks per m². Dit wordt voorgeschreven door de constructeur. Daarnaast is het nodig dat elke (pas)plaat minimaal met 2 ankers wordt vastgezet.
Spouwankers worden gemaakt van RVS of gegalaniseerd staal. Het materiaal is van belang voor de berekening van de isolatiedikte. RVS geleidt warmte slechter dan gegalaniseerd staal, dus indien gegalaniseerde spouwankers worden gebruikt dient dat gecompenseerd te worden met 5mm extra isolatie.
De leveranciers van isolatiematerialen hebben op hun website “rekenhulpen” staan waarmee de benodigde isolatiedikte kan worden bepaald.
- De luchtspouw wordt in Nederland met een maat van 40 mm op tekening aangegeven. Deze spouw is bedoeld om vochtdoorslag te voorkomen en niet om het buitenblad droog te ventileren. Open stootvoegen zijn dus alleen nodig om doorgeslagen hemelwater af te voeren. Een niet-geventileerde spouw levert extra energiebesparing op.
- Voorkom uitkepen van het isolatiemateriaal dat voorkomt problemen in de praktijk.
- De plaats van de isolatie is belangrijk. In de nieuwbouw veelal direct tegen het binnenspouwblad, tegen de onderzijde van de vloer of opgenomen in het binnenspouwblad (HSB). Alleen bij buitengevelisolatie ontbreekt het ‘regenscherm’ in de spouw en wordt de isolatie tegen het binnenspouwblad geplaatst. Bij renovatie is de meest veilige plaats tegen het buitenspouwblad (dus buitengevelisolatie). De eventuele aanwezige spouw kan ook gevuld worden met isolatie, bedenk dan wel dat het buitenspouwblad kouder en warmer kan worden en zonodig gedilateerd moet worden. Bij steens gevels dient soms aan de binnenzijde geïsoleerd te worden. Hierdoor ontstaan risico's bij eventuele opleggingen van houten bulklagen en ook is het risico op koudebrugwerking (oppervlaktecondensatie) groter (zie afbeelding).
- Indien de isolerende lagen ook in de details consequent doorgaan, dan wordt ook een lage lineaire warmtedoorgangscoefficiënt (ψ -waarde) bereikt. Deze waarde is van belang om op zo efficiënt mogelijke wijze de vereiste EPC-eis te realiseren.

Glas

Daglichtopeningen worden dichtgezet met glas. Voor de isolatiewaarden van glas wordt niet de warmteweerstand R gebruikt maar de warmtedoorgangscoefficient (U). In principe is dat de tegengestelde waarde, namelijk wanneer $R=2$, dan is U ongeveer $\frac{1}{2} = 0,5$. Vroeger werd de U als k aangeduid.

Door de invoering van de energie prestatienormering zijn er nieuwe energiebesparende technieken ontwikkeld. Een zeer belangrijke is het zogenaamde hoog rendement glas (HR-glas).

De laatste jaren wordt algemeen HR⁺⁺-glas toegepast, de U daarvan is $\leq 1,2 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ (normaal dubbel glas in houten kozijnen heeft een U van ca. $3,0 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$)

Dit glas heeft een onzichtbare warmtereflecterende coating op de spouwzijde van de binnenruit.

Eisen

Nieuwbouw

Volgens het Bouwbesluit moet de minimale warmteweerstand $2,5 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$ zijn, dit betekent voor een doorgaande isolatie ca. 80 mm dikte ($\lambda = \text{ca. } 0,037 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$)

Let op: per 1-1-2012 (ingangsdatum nieuwe Bouwbesluit) zal de minimale warmteweerstand naar verwachting $3,5 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$ worden.

In PvE's (programma van eisen) staan meestal hogere eisen, vanwege DuBo-eisen of vanwege de EPC-berekening.

De SBR-Referentiedetails houden de basiseisen van het Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen aan.

Deze zijn voor: vloeren en gevels: $R_c \geq 3,0$ en voor daken $R_c \geq 3,5 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$

De zogenaamde variabele eisen van dit pakket zijn verwerkt in de SBR-comfortdetails voor: Vloeren, gevels en daken: $R_c \geq 4,0 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$

De kozijnen dienen volgens het Bouwbesluit (afd. 5.1) te worden voorzien van dubbel glas ($U \leq 2,2 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$). Het is echter gebruikelijk (ook vanuit de EPC-berekening) HR⁺⁺-glas toe te passen ($U \leq 1,2 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$).

Renovatie

Bij renovatie kan mits onderbouwd met een lagere isolatiewaarde worden volstaan, namelijk $R_c \geq 1,3 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$ – BB afd. 5.1.

Meer informatie:

- SBR-infobladen (www.sbr.nl)
- SBR-Referentiedetails
- NPR 2068
- NEN-praktijkids energiebesparing.

Kennisblad Waterdichtheid

Checklist

Is er een luchtpouw aanwezig en is deze op min. 40 mm breed ontworpen?

Zijn de waterkerende lagen dakpansgewijs aangegeven?

Is er een overlap aangehouden tussen waterkerende lagen van 50-70 mm

Zijn de waterkerende lagen voldoende hoog opgezet? min 180 mm een ca. 3 lagen metselwerk

Zijn de waterwerende en –dichte lagen voldoende ondersteund?

Is er voldoende waterafvoer aanwezig tpv de waterkerende laag? Één open stootvoeg / 4 strekken of een

Ruimte van 5-10 mm tussen latei en waterkerende laag?

Zijn de waterwerende en –dichte lagen afwaterend ontworpen? schuinite 10°

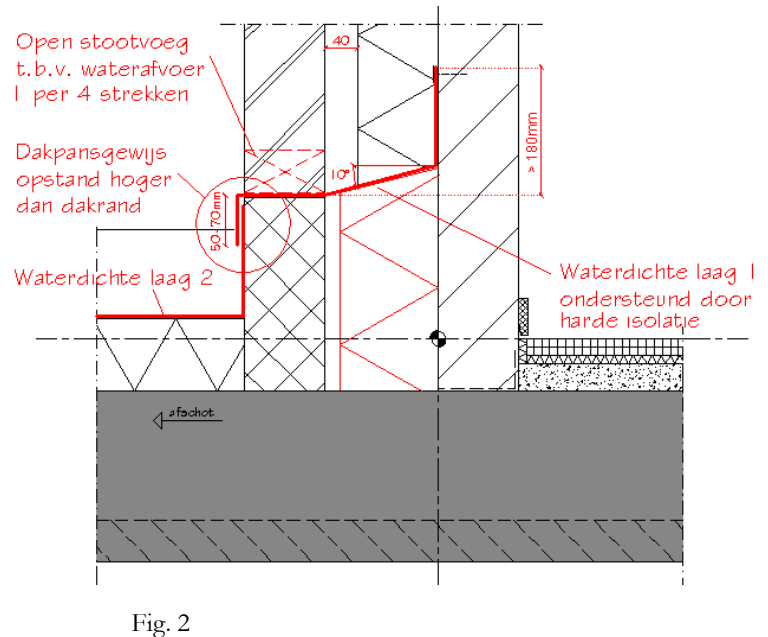
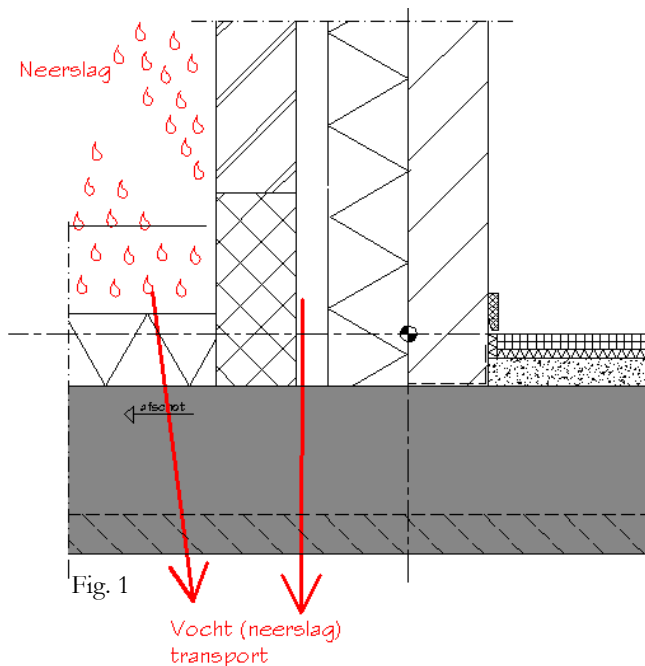
Zijn de waterkerende lagen bij de beëindiging voorzien van kopschotjes? 20 mm hoog?

Of is de waterkerende laag ten minste over 100 mm doorgezet?

Zijn voorzieningen aangegeven waarmee het risico op optrekkend vocht wordt vermeden.

Werkwijze bij het waterdicht ontwerpen

- Stap 1: Figuur 1. Bepaal in het detail of er transport van vocht (neerslag) kan plaatsvinden van buiten naar binnen.
- Stap 2: Figuur 2. Indien dit het geval is plaats dan een waterdichte laag in de constructie waardoor dit transport wordt onderbroken. Houd hierbij rekening met de principes van waterdichte lagen zoals beschreven bij paragraaf 3.



Principes van waterdichte lagen

Bij het bouwtechnisch ontwerpen met waterdichte lagen zijn de volgende basisprincipes van belang.

- Ontwerp de luchtspouw tussen de twee spouwbladen ≥ 40 mm.
- De waterkerende lagen dienen dakpansgewijs aangebracht te worden.
- Houdt rekening met uitzetting van de waterkering en de onderliggende constructie lood kan maximaal in lengtes van 1500 mm worden toegepast. Hierdoor zijn er onderlinge waterdichte aansluitingen nodig. De mogelijkheden zijn:
 - felsnaden;
 - solderen, m.u.v. het uit het metselwerk stekende deel;
 - afdichting met bitumen- rubber kit;
 - aanbranden van dakbedekking over de aansluiting.
- Zorg voor een overlap tussen de waterkerende lagen van 50-70 mm.
- Breng de waterkeringen afwaterend aan (afschot 10°).
- De waterkerende lagen dienen ondersteund te zijn, waarmee wordt voorkomen dat de laag uitzakt en er water op blijft staan.
- De lagen voldoende hoog opzetten, 3 lagen (= ca. 180 mm).
- Voldoende waterafvoer (bijvoorbeeld door open stootvoegen, 1st per 4 strekken) of voldoende ruimte tussen latei en waterkering.
- Waterkeringen beëindigen met kopschotjes van 20 mm hoog of de waterkerende laag 100 mm doorzetten.
- 15 mm omslaag over het kozijn
- Zorg dat de waterkerende laag bij een plat dak of een loggiabalkon aan de constructiezijde hoger is opgezet dan de dakrand. Bij verstopping van afvoeren stroomt het water over de dakrand en niet in de constructie.

Principes van dichtingsystemen

Een bouwwerk dient zodanig te zijn ontworpen dat deze waterdicht is. Vocht van buiten dient zo snel mogelijk uit te constructie te worden afgevoerd. Dit houdt in dat een bouwwerk voorzien moet zijn van een dichtingsysteem. Onderscheid wordt gemaakt tussen twee dichtingsystemen:

- Een enkelvoudig dichtingsysteem
- Samengesteld dichtingsysteem

De waterdichtheid bij een enkelvoudig systeem wordt gerealiseerd door één waterdichte laag die is aangebracht op een constructie. Een voorbeeld hiervan is dakbedekking op een plat dak.

Een samengesteld dichtingsysteem bestaat uit een combinatie van een niet-waterdichte laag (regenscherm), met daarachter een geventileerde luchtspouw. Deze luchtspouw zorgt voor drukvereffening, dat wil zeggen dat de druk voor- en achter het buitenspouwblad gelijk is. Dit is alleen te bereiken wanneer het binnenspouwblad luchtdicht is (zie ook het kennisblad luchtdoorlatendheid). Voorbeelden hiervan zijn steenachtige spouwmuurconstructies of een schuin dak met dakpannen. Aan de hand van onderstaand voorbeeld wordt de werking van een samengesteld dichtingsysteem geschematiseerd.

Voorbeeld: Een spouwconstructie met een gemetseld buitenspouwblad

Het regenwater stroomt voor het grootste deel langs de gevel naar beneden ca. 95%. Een deel van het regenwater, ca. 5%, slaat door de niet-waterdichte laag heen en stroomt aan de achterzijde van deze laag naar de fundering. Daar wordt het water door open stootvoegen afgevoerd tot buiten de constructie, zie fig. 3. Wanneer openingen in de gevel aanwezig zijn zal het water boven deze openingen buiten de constructie moeten worden afgevoerd. Hiervoor wordt een waterdichte laag aangebracht boven de opening. Deze waterdichte laag wordt tegen het binnenspouwblad opgezet naar en buiten toe afwaterend aangebracht, zie fig. 4

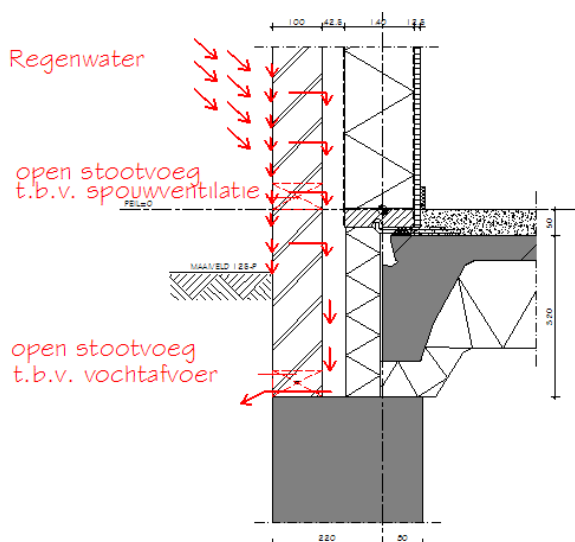


Fig. 3

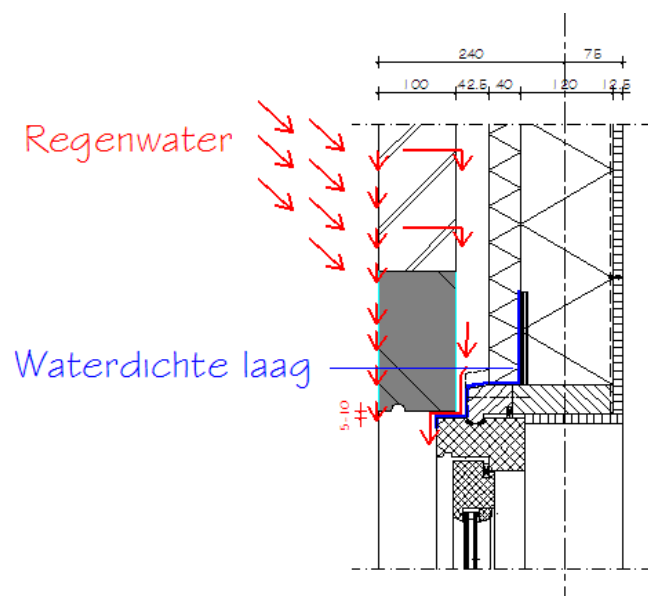


Fig. 4

Optrekkend vocht

Optrekkend vocht kan ook de oorzaak zijn van een niet-waterdicht gebouw. Door capillairen wordt grond (of hemel) water opgezogen naar de verblijfsruimten. De constructie is dan nat en de kans op schimmelvorming (allergeen) is dan groot. In het Bouwbesluit wordt daarom de eis gesteld dat het evenwichtsvochtgehalte niet worden overschreden (dan is er namelijk sprake van optrekkend of doorgeslagen vocht). Doorgeslagen vocht wordt voorkomen door spouwen aan te geven en op de juiste plaatsen waterdichte- of waterwerende lagen. Optrekkend vocht wordt voorkomen door niet capillaire materialen te gebruiken in de fundering (bijv. beton) of in constructies die capillair zijn (bijv. metselwerk) boven het aanzuigend vlak een waterdichte laag op te nemen.

Aanleiding

Het bouwbesluit stelt eisen aan de waterdichtheid en regenwerendheid van constructies. De prestaties waaraan constructies moeten voldoen zijn vastgelegd in de NEN 2778. In dit hulpblad wordt de regenwerendheid buiten beschouwing gelaten.

De artikelen in het bouwbesluit over de waterdichtheid zijn artikel 3.23 en 4.74 voor een nieuwbouwsituatie en art. 3.25 voor een bestaande situatie.

Links naar aanvullende informatie over waterdichtheid van constructies

- [SBR referentiedetails.](#)
- [NPR 2652 vochtwering in gebouwen](#)

Kennisblad hygrische kwaliteit

Checklist

Komen de h.o.h. afstanden van de metalen mestelwerkdragers overeen met de SBR-referentiedetails (let op het verschil tussen RVS en gewoon (gepoedercoat of verzinkt) staal).

Zijn de aanstortnokken van de prefab beton beperkt tot ca. 20% van het aansluitvlak of zijn koudebrugonderbrekingen toegepast.

Zijn de consoles waar nodig (kopgevels, trappenhuizen, e.d.) van koudebrugonderbrekingen (zie SBR-referentiedetails).

Zijn in de fundering voorzieningen getroffen om de f-factor (koudebrug factor) te realiseren (vooral uitwendige hoeken zijn kritisch).

Zijn in alle aansluitingen op correcte wijze de luchtdichtingen aangegeven (raadpleeg het kennisblad luchtdoorlatendheid).

Zijn de noodzakelijke dampremmende lagen op de juiste plaats en aansluitend aangegeven.

Zijn houten dakelementen aan de buitenzijde voorzien van waterwerende- of waterdichte lagen, zodat voorkomen wordt dat tijdens de bouw water in het element geraakt.

Werkwijze

1. Ter voorkoming van oppervlakte condensatie dienen isolatie lagen rondom en aansluitend te zijn aangegeven.
2. waar de isolatielaag wordt doorbroken dienen maatregelen te worden getroffen (deze aanwijzingen in de details aangeven).
 - Metselwerkdragers: minimale h.o.h. maten (afhankelijk van het gebruikte staat), kunststof uitvulplaatjes
 - Stalen oplegschoenen voor balkons, bordessen: neopreen blokken met daartussen isolatie, naad tussen bordes/balkon en wand of vloerrand aansluitend isoleren.
 - Fundering: gebruik een geïsoleerde verloren funderingskist, gebruik koudebrugonderbrekingen (cellulair glas), breng op kritische plaatsen extra isolatie aan (uitwendige hoeken), start dieper in de grond met isoleren (consequentie sponning in de kopgevel funderingsbalk)
 - Aangestort prefab beton: beperkt de aanstortnok tot ca 20% van het aansluitvlak (de eerste nok ca. 0,5 m uit een uitwendige hoek)

Algemeen: raadpleeg de SBR-Referentiedetails en de attesten.

3. In constructies waar inwendige condensatie tot problemen kan leiden dient ter voorkoming van dit vochttransport aan de binnenzijde een dampremmende laag te worden aangegeven. Deze dampremmende laag dient consequent (aaneengesloten) te worden aangegeven.¹
4. Houten elementen worden aan de buitenzijde bekleed met een waterwerende dampdoorlatende folie. Deze folie is nodig om eventueel doorgeslagen water af te voeren en de isolatie vast te zetten en te beschermen tijdens de bouw. De aangegeven wwdd-folie dient voldoende sterk en dampdoorlatend te zijn. De mate van dampdoorlatendheid bepaalt mede het risico op inwendige condensatie (gebruik geen geperforeerde folie, deze is in de meeste situaties damdicht).

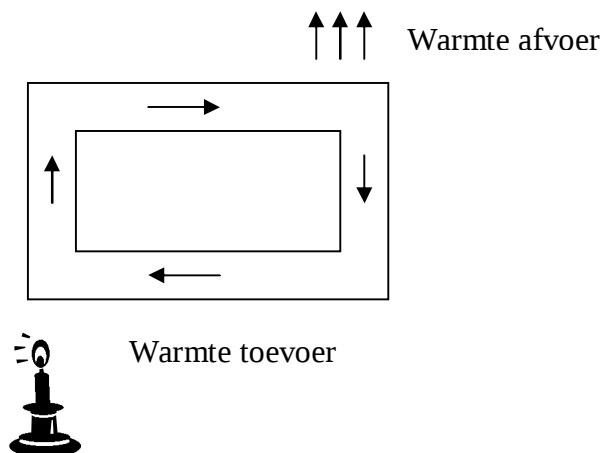
¹ Dak- (of gevel) 'doos' elementen die aan de buitenzijde worden voorzien van een dampdichte laag zijn kritisch. Er ontstaat in pincipe een koud dak. Een zogenaamde drogende folie zorgt ervoor dat evt. in het element doorgedrongen vocht (bouwvocht, inwendige condensatie) weer afgevoerd wordt naar het binnenmilieu.

5. Inwendige condensatie wordt bij doorbrekingen vermeden door aan de binnenzijde deze doorbrekingen luchtdicht aan te sluiten. Risico's worden verminderd door robuuste oplossingen aan te geven (bijvoorbeeld aansluitmanchetten bij dakdoorvoeren of in de fabriek aangebrachte luchtdichtingen van prefab dakkapellen).

Principes vochttransport

Door dampdrukverschillen verplaatst waterdamp zich van de plaats met de hoogste waterdampconcentratie naar de plaats met lagere concentratie (dit wordt aangeduid als dampdiffusie). Over het algemeen is het zo dat binnen een hogere waterdampconcentratie aanwezig is dan buiten. Binnen produceren mensen, planten en dieren vocht. Ook is binnen de temperatuur hoger en warmere lucht kan meer waterdamp bevatten. De dampstroom zal dus van binnen naar buiten optreden. Deze hoeveelheden zijn niet groot maar kunnen problemen opleveren wanneer in constructies de waterdamp gaat condenseren omdat het dauwpunt wordt bereikt en wanneer op die plaats materialen aanwezig zijn die niet tegen langdurige hoge vochtbelastingen kunnen, zoals hout. Daarom worden in normale steenachtige spouwconstructies geen maatregelen getroffen om inwendige condensatie te vermijden, maar wel in hout constructies. De maatregelen komen erop neer om aan de warme zijde een damremmende folie op te nemen en aan de buitenzijde een goed dampdoorlatende laag ($\mu_d \leq 0,2 \text{ m}$).

Naast diffusie is er ook convectie². De hoeveelheden vocht die door convectie kunnen worden verplaatst zijn vele malen groter dan door diffusie.



Wanneer door een niet luchtdichte aansluiting vochtige warme lucht de schil van de woning indringt zal op een koude grenslaag in deze constructie, deze warme vochtige lucht gaan condenseren. De hoeveelheden condens kunnen zodanig zijn dat gebruikers dit als lekkage ervaren. Andere risico's zijn houtrot en energie verlies. Een bekende klacht is ook de aantasting van schilderwerk op overstekken omdat het houtwerk vochtig is geworden door inwendige condensatie ten gevolge van convectie. Deze convectie kan ook ontstaan in spouwen en wanneer spouwen in open verbinding staan met overstekken kan ook op deze wijze inwendige condensatie ontstaan.

² Convectie is het meevoeren van (vochtige) lucht door luchtstroming

Oppervlakte condensatie ontstaat wanneer er in ruimten een voorwerp of een blak aanwezig is met een temperatuur die lager is dan de dauwpunttemperatuur. Denk hierbij aan een koud glas of aan enkel venster glas. Dit gegeven dwingt de ontwerper ervoor te zorgen dat in de schil van een gebouw geen plekken aanwezig zijn waar oppervlaktecondensatie op kan treden. Op plaatsen waar regelmatig oppervlaktecondensatie optreedt en waar ook een voedingsbodem voor schimmels aanwezig is (zoals stucwerk) zal al snel deze schimmelvorming optreden. Deze schimmelvorming is weer de basis van verdergaande allergeenvorming (bijv. door de huisstofmijt). Allergeenvorming is slechts voor het binnenmilieu, want veel mensen zijn gevoelig voor allergenen.

In het bouwbesluit is daarom de eis opgenomen dat bij een temperatuur van 18 °C binnen en 0°C buiten de temperatuur aan de binnenoppervlakte van de schil van een woning minimaal 11,7 °C moet zijn (voor een utilitair gebouw is dat 9 °C) In het bouwbesluit wordt daarvoor de term binnenoppervlaktetemperatuur factor gebruikt. Voor de efficiëntie afgekort als f-factor. Op de achterzijde van elk SBR-Referentiedetail is de betreffende factor aangegeven. De f-factor is voor woningen 0,65 (11,7/18) en voor utilitaire gebouwen 0,5 (9/18). Deze eisen zijn zodanig gekozen dat bij normale (permanente) ventilatie er geen condensatie op zal treden. De laagste f-factoren worden aangetroffen in de 3D-situaties. Let dus goed op dat bij de ontmoeting van 3 vlakken (of twee 2D-details) de f-factor wordt gerealiseerd.

Naast oppervlakte condensatie of inwendige condensatie ten gevolge van dampdiffusie of dampconvectie zijn er nog een aantal oorzaken van vochtproblemen, namelijk bouwvochtproblemen, namelijk bouwvocht, condensatie van door nachtelijke onderkoeling en optrekkend vocht. Bouwvocht is onvermijdelijk bij de realisatie van een gebouw. Na één stookseizoen is dit bouwvocht normaliter verdwenen door ventilatie. Tijdens de uitvoering zorgt bouwvocht regelmatig voor problemen bij het schilderen en lijmen (vaak dient de verwarming en de ventilatie al te werken om een goed eindresultaat te realiseren).

Condensatie door nachtelijke onderkoeling is een natuurkundig proces dat we gedurende het gehele jaar ook in de natuur om ons heen kunnen waarnemen. Bij heldere nachten koelt de lucht zodanig dat het dauwpunt bereikt wordt, dauw of rijp is het gevolg. Metalen hebben geringe warmtecapaciteit en koelen daardoor zeer snel af en in situaties met een heldere nachtelijke hemel zal op deze metalen condensatie optreden. Metalen worden in de bouw regelmatig als dakbedekking toegepast. Om negatieve effecten van deze vorm van condensatie te voorkomen wordt er onder een metalen dakbedekking een geventileerde spouw aangebracht. Sommige leveranciers schrijven een sterk geventileerde spouw voor, voor het wegventileren van het condensvocht is dat goed, alleen tijdens het condenseren zelf ('s nachts) wordt steeds opnieuw (vochtige) lucht aangevoerd die dan weer condenseert. Het advies is dan ook beperkt te ventileren, waterafvoer te realiseren en een zeer luchtdicht onderdak te ontwerpen en te bouwen.

Optrekkend vocht is vochttransport ten gevolge van capillaire werking . Door de aantrekkingskracht tussen de wand van de capillair (nauw luchtkanaaltje in een bouw materiaal) en het water trekt dit water zich omhoog. Zouten versterken dit proces. Constructies die dus in het grondwater staan of op een andere manier (regelmatig) met vocht in aanraking komen kunnen dus last hebben van optrekkend vocht. Door bouwmaterialen toe te passen die zodanig 'dicht' zijn dat capillair transport niet optreedt (bijv. beton), voorkomt men problemen. Ook optrekkend vocht zorgt namelijk al snel in binnenruimten voor schimmel- en andere allergeenvorming. Is de kans op optrekkend vocht aanwezig, bijvoorbeeld in gemetselde funderingen, dan dient in het detail een waterdichte laag te worden opgenomen. Bij renovaties is het achteraf inbrengen van een waterdichte laag erg kostbaar, daarom brengt men een chemische waterdichte laag aan door te injecteren.

Eisen

Het bouwbesluit eist een waterdicht gebouw (nieuwbouw: art. 3.22, bestaande bouw: art. 3.24). Concreet betekent dat geen zichtbaar water en geen overschrijding van het evenwichtsvochtgehalte. Dit kan worden vastgesteld door middel van een beregeningsproef. De zwaarte van de eisen is afhankelijk van het windgebied en de hoogte van het gebouw.

Het bouwbesluit eist een bepaalde mate van luchtdoorlatendheid (art. 5.8) echter dan kan nog steeds op een enkele plaats een kritische situatie aanwezig zijn. Naast het vaststellen van de totale luchtdoorlatendheid is het dus ook van belang, tijdens de meting (volgens NEN 2686) na te gaan met rook of er nergens openingen in de schil aanwezig zijn.

Het Bouwbesluit eist in art.3.27 dat de f-factor voor woningen $\geq 0,65$ en voor utilitaire gebouwen $\geq 0,50$ moet zijn. Eisen ter voorkoming van inwendige condensatie worden (nog) niet gesteld. Echter gezien de schade die kan ontstaan is het verstandig hier aandacht aan te besteden. In de NPR 2652 is hier beperkt aandacht aan gegeven.

Meer informatie

- SBR-infobladen (www.sbr.nl)
- SBR-Referentiedetails
- NEN 2778
- NPR 2652
- NEN praktijkgids vocht

Kennisblad Luchtdoorlatendheid

Checklist

Is er een luchtdichting aangegeven?

Bevindt zich deze in een aanslag en in één vlak?

Is de luchtdichting zo ver mogelijk naar binnen geplaatst?

Is het afdichtingmateriaal omschreven?

Komt de Maximaal Toelaatbare Vervorming (MTV) van het materiaal overeen met de beweging in de voeg?

Principe van het luchtdicht maken van aansluitingen in een detail

Het principe van de luchtdichting is dat de luchtdichtingen zoveel mogelijk aan de binnenzijde van de constructie worden geplaatst opgenomen. De afdichting bevindt zich bij voorkeur in een aanslag en in één vlak.

Hieronder is stapsgewijs de werkwijze aangegeven hoe een detail luchtdicht kan worden opgebouwd. Stap 1 en 2 zijn hierbij de basisstappen. Om stap 3 en 4 te kunnen doorlopen zal er aanvullende informatie nodig zijn. Deze is o.a. te vinden in de SBR publicatie 'Luchtdicht Bouwen, deel A ontwerpen'.

Werkwijze bij het luchtdicht ontwerpen:

- Stap 1: Bepaal in het detail langs welke weg luchttransport kan plaatsvinden van binnen naar buiten of andersom, zie figuur 1.
- Stap 2: Plaats de afdichtingen zodanig dat dit transport niet meer kan plaatsvinden. Ontwerp bij voorkeur een afdichting in een aanslag en in één vlak (afdichting 1-3), zie figuur 2.

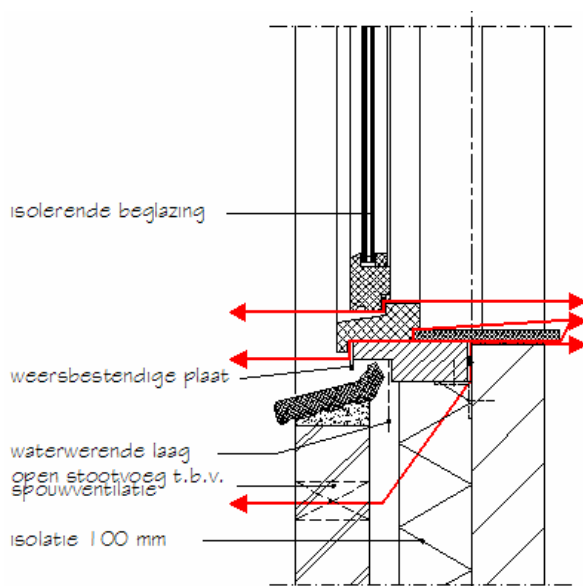


Fig. 1

Afdichting 1
Afdichting 2
Afdichting 3

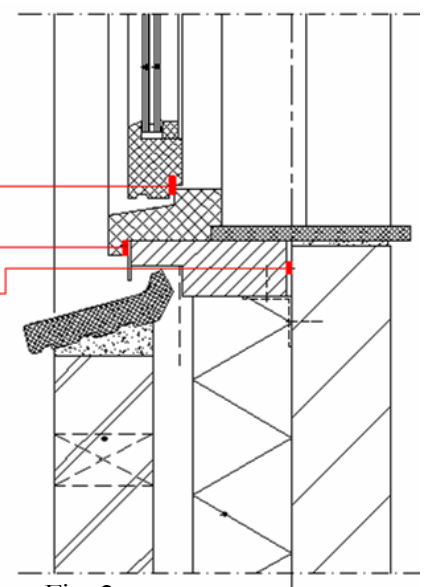


Fig. 2

- Stap 3: Bereken de voegafmeting.
- Houd rekening met het krimpen van materialen, hierdoor ontstaan naden en kieren.
 - Houd rekening met toleranties van (geprefabriceerde)materialen.
- Stap 4: Kies het soort afdichtmateriaal.
- Benoem de soort luchtdichting(en) duidelijk. Dus niet afdichting, maar b.v. schuimband gesloten cel, Viltan 600PA.

Kritische aansluitingen

In de praktijk blijkt dat 'grote' luchtlekken meestal ontstaan in de dezelfde soorten aansluitingen. Voor het bouwtechnisch detailleren betekent dit dat er bij deze aansluitingen extra aandacht is vereist op het gebied van luchtdichting. De kritische aansluitingen zijn hieronder weergegeven. Een aantal aansluitingen zijn voorzien naar een verwijzing naar een voorbeelddetail op pagina 4.

- De kierdichting tussen kozijn en draaiende delen (Detail 1)
 - naad tussen sponning kozijn en raam of deur
Aanbevolen afdichting: doorgaand kaderprofiel van kunstrubber bij ramen en deuren (met voldoende indrukking)
- De aansluitingen tussen kozijnen en binnenspouwblad (Detail 1)
 - naad tussen spouwlat / stelkozijn en binnenspouwblad
aanbevolen afdichting compressieband
 - naad tussen kozijn en spouwlat / stelkozijn
aanbevolen afdichting: compressieband of lijmen
- De aansluiting van daken op gevels of bouwmuren (Detail 2)
 - Naad tussen dakelement en bouwmuur
aanbevolen afdichting: (elastisch) PUR-schuim, aanbrengen nadat de pannen zijn gelegd.
- De aansluiting bij de daknok (Detail 3)
 - Naad in de aftimmering
Aanbevolen afdichting: compressieband
 - Naad tussen de aansluitende dakelementen
Aanbevolen afdichting: kunstrubber fabrieksmatig aangebracht
- De aansluiting bij de dakvoet in het 'scharnier'. (Detail 4)
 - Naad onder de muurplaat
Aanbevolen afdichting: Purschuim / PE-band
 - Naad tussen aanslagregel dakplaat en muurplaat.
Aanbevolen afdichting: Compressieband.
- Dakdoorvoer (Detail 5)
 - Naad tussen buis en het dakelement
 - Naad tussen buis en afdekplaat
Aangebevolen afdichting: prefab manchet
- De aansluitingen bij hoekoplossingen. (Detail 6)
 - Naad tussen bouwmuur en gevelvullend element, b.v. gietbouw met kalkzandsteen gevelvulling
Aanbevolen afdichting: Purschuim
- De brievenbus sparing.
Aanbevolen afdichting: brievenbusafsluiting aan de binnenzijde
- Laag reliëfdorpel bij een naar binnen draaiende deur.
 - Naad tussen onderkant deur en de dorpel.
Aanbevolen afdichting: dorpelstrip gemonteerd op de deur

- Sparingen in begane grondvloer
 - Naad tussen geboord gat en mantelbuis.
Aanbevolen afdichting: Purschuim
 - Naad tussen kruipluik en verzinkt oplegprofiel.
Aanbevolen afdichting: (semi-)geslotencellig band.

Aandachtspunten bij het bouwtechnisch ontwerpen

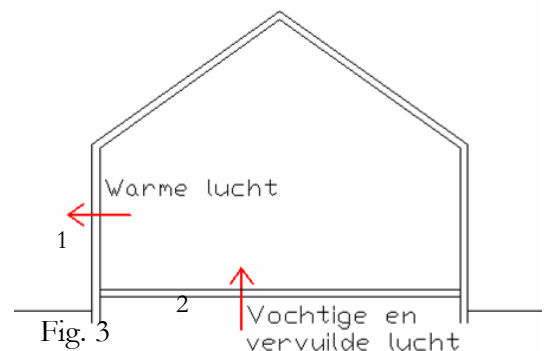
- Ontwerp een afdichting bij voorkeur in een aanslag en in één vlak.
- Houd bij het detailleren een ruimte van 5mm aan tussen spouwlat en binnenspouwblad. Geef in deze naad een afdichting aan.
- Schrijf licht knevelend hang- en sluitwerk voor.
- Laat de afdichting tussen de dakplaten boven de waterkering laten uitsteken om ongewenste watertransport te voorkomen.
- Voorzie dakdoorvoeren van een afdekplaat, breng een dubbele afdichting aan.
- Pas wanneer mogelijk prefab afdichtingen toe
- Beschouw een lijmverbinding, b.v. tussen spouwlat en kozijn, als luchtdicht.
- Wanneer er sprake is van luchtdichtheidsklasse 2 (noodzakelijk voor gebalanceerde ventilatie) gelden de volgende aanvullende maatregelen:
 - Schrijf goed knevelende 2- en 3-puntssluitingen voor.
 - Teken manchetten t.p.v. dakdoorvoeren.
 - Extra instructie & controle bouwplaatsmedewerkers.

Aanleiding

In het bouwbesluit zijn vanuit de oogpunten energie en gezondheid eisen opgenomen over de luchtdoorlatendheid van constructies, dit ter voorkoming van ongewenste luchtstroom.

Een ongewenste luchtstroom ontstaat als gevolg van een drukverschil tussen binnen- en buitenmilieu. De luchtstroom ontstaat door naden, kieren en spleten in een uitwendige scheidingconstructie en veroorzaakt:

1. Een energieverlies doordat relatief veel warme lucht van binnen naar buiten wordt getransporteerd; (nr. 1 in fig. 3)
2. Het binnendringen in het binnenmilieu van vochtige en vervuilde lucht door constructies die een scheiding vormen tussen een kruipruimte en een woning. (nr. 2 in fig. 3)

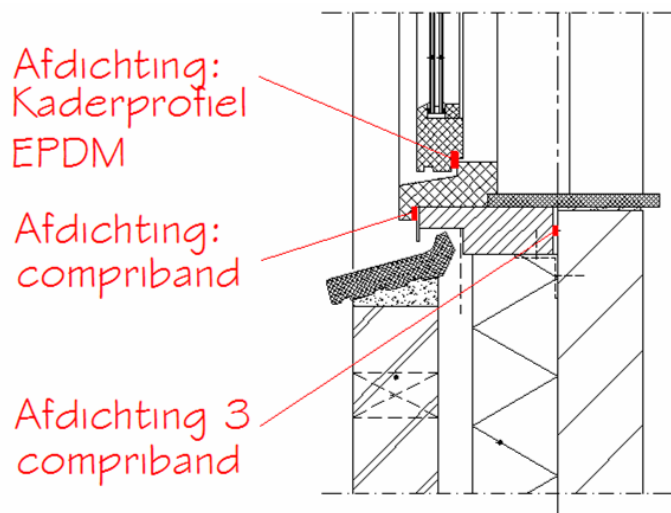


Om de luchtdoorlatendheid te beperken dienen er afdichtingen aangebracht te worden in de naden, kieren en spleten van op elkaar aansluitende constructie- en/of bouw delen.

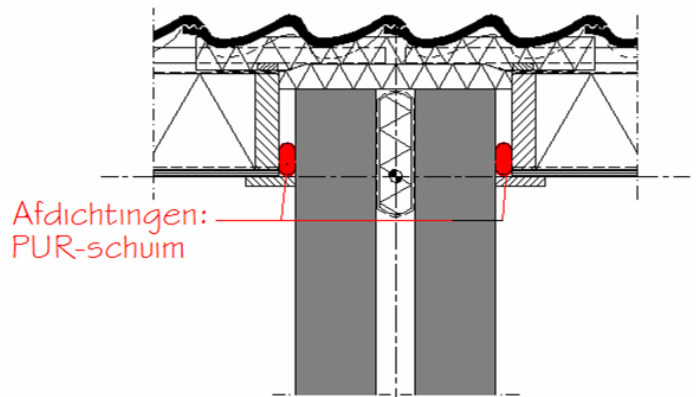
Bouwbesluit: In het bouwbesluit is de eis aan de luchtdoorlatendheid te vinden in artr. 3 ... (voorkomen luchttransport uit de kruipruimte) en in art. 5.... (beperking warmteverlies). Een 'luchtdichte' schil om de woning (of het gebouw) is daarnaast nodig vanwege de waterdichtheid, voorkomen van inwendige condensatie t.g.v. convectie, geluidwering en comfort.

Aanvullende informatie over luchtdoorlatendheid/luchtdichting

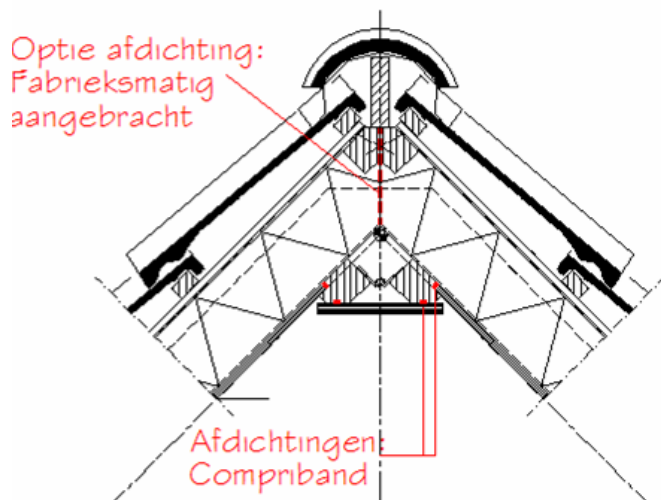
- SBR publicatie Luchtdicht Bouwen, deel A ontwerpen.
- SBR referentiedetails.
- NEN 2687 Luchtdoorlatendheid van gebouwen – eisen (1998).
- NPR 2652



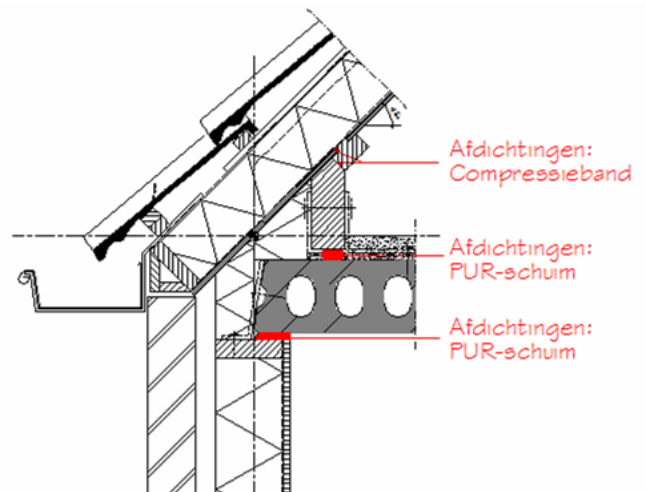
Detail 1: Aansluiting onderdorpel met spouwmuur



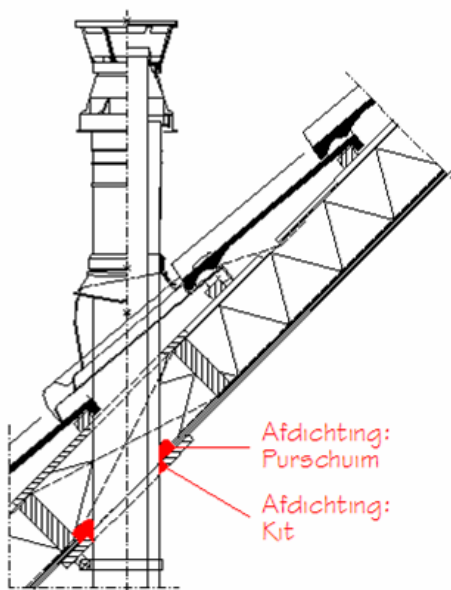
Detail 2: Aansluiting bouwmuur met dakplaten



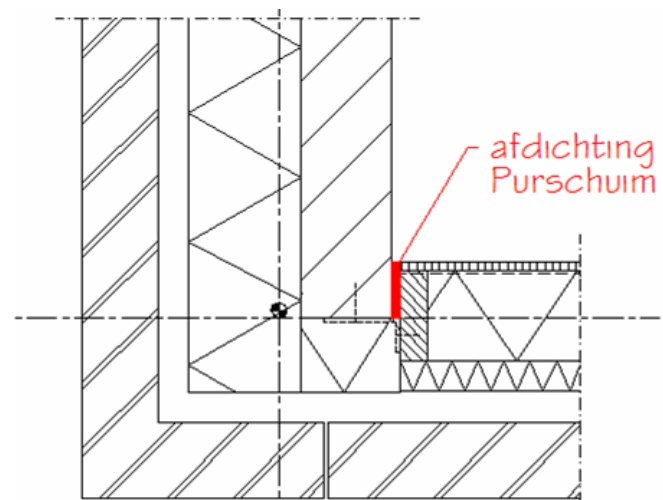
Detail 3: Nokaansluiting bij een



Detail 4: Aansluiting scharnierkap met de gevel



Detail 5: Dakdoorvoer



Detail 6: Hoekaansluiting gietbouw met houtskelet gevel element

Kennisblad brandveiligheid

Ckecklist¹

Controleer of de maatregelen uit het brandoverslagrapport overgenomen zijn op de geveltekeningen en in de (kozijn)details.
Is bij hogere gebouwen de onderste 2,5 meter van het buitenspouwblad onbrandbaar (brandklasse 1 of A2) en boven de 13 meter brandklasse 2 of B).
Is bij vluchtwegen het plafond en de wand brandklasse 2 of B.
Is bij vluchtwegen de vloer brandklasse T1 of C _{fl} .
Hebben de gebruikte materialen voor wand- en plafondafwerkingen van vluchtwegen rookklasse 2,2 m ⁻¹ of S ₂ .
Hebben de vloerafwerkingen in alle besloten ruimten rookklasse 10 m ⁻¹ of S1 _{fl} .
Zijn de branddoorslag trajecten in de details voorzien van minerale wol of een gelijkwaardig product.
Zijn de doorbrekingen van de schachten voorzien van brandmanchetten of brandkleppen (c.q. alternatieven).
Zijn de draaiende delen in brandscheidingen voorzien van brandwerende deuren en ramen.
Zijn de rookscheidingen in vluchtwegen voorzien van zelfsluitende deuren.
Is de hoofddraagconstructie voldoende beschermd tegen bezwijken.
Zijn de droge blusleidingen (dbl) correct op de (detail)tekeningen aangegeven.
Zijn de brandslanghaspels (bsh) correct op de (detail)tekeningen aangegeven.
Zijn de noodverlichtingen en de vluchtwegaanduidingen (en de eventuele brandmeldinstallatie) correct op de (detail)tekeningen aangegeven.
Is de dakafwerking niet brandgevaarlijk (vliegvuurbestendig).
Zijn de rookmelders (RM) correct op de (detail)tekeningen aangegeven.

Werkwijze

Het is verstandig op een gestructureerde manier de brandveiligheidseisen te verwerken in het ontwerp. Hierna is een voorbeeld (bron: Adviesburo Nieman) gegeven op welke manier dat in de utiliteitsbouw uitgevoerd kan worden. Voor de woningbouw is een soortgelijk stappenplan ontwikkeld en beschikbaar. In de voorgaande checklist zijn aandachtspunten gegeven die in de details moeten zijn verwerkt.

Vanaf stap 8 in dit voorbeeld komen zaken aan de orde die in bouwtechnische details moeten worden vastgelegd.

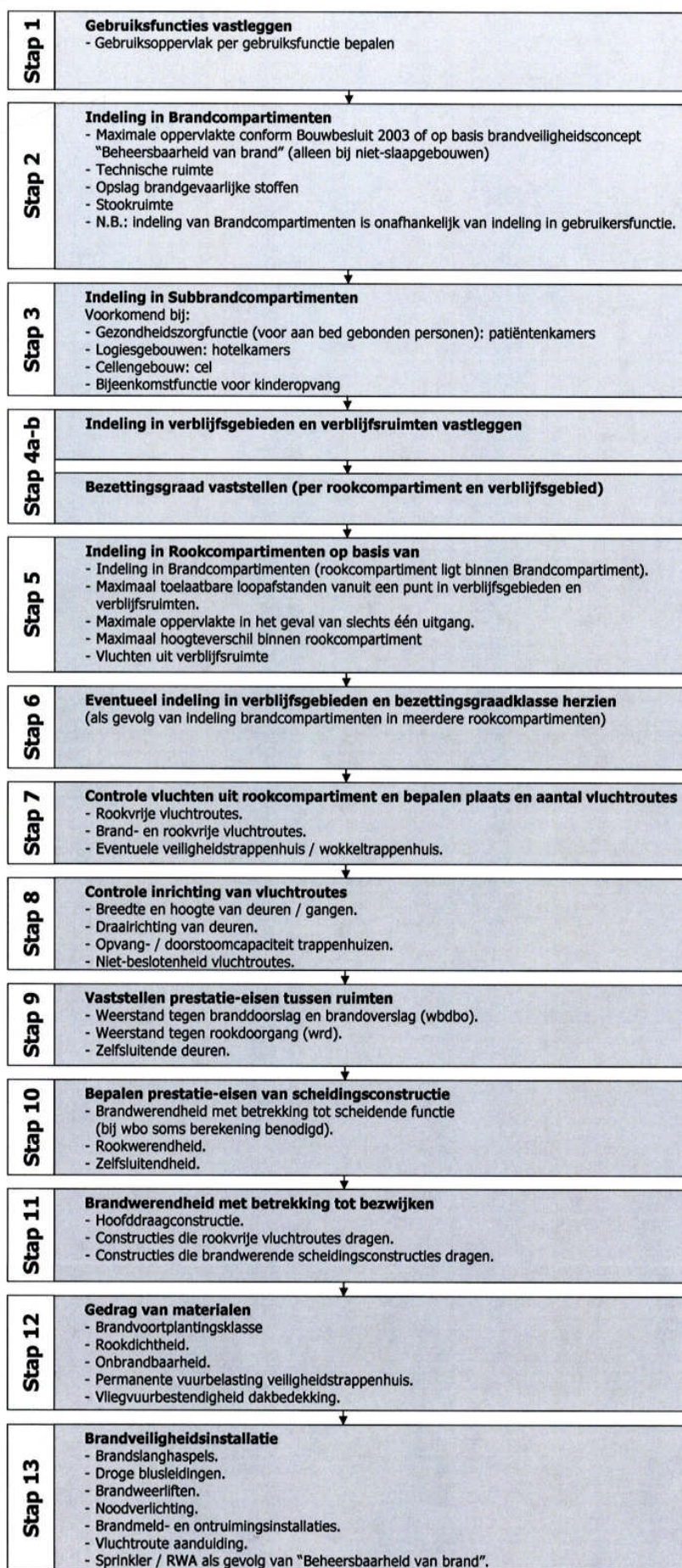
- Stap 8:
- breedte & hoogte deuren/gangen
 - draairichting deuren
- Stap 9:
- branddoorslag (details)
 - brandoverslag (vastleggen in details)
 - zelfsluitende deuren

¹ Bij grondgebonden woningen zijn de brandveiligheidseisen beperkt tot het beschermen van de hoofddraagconstructie, rookmelders, brandoverslag en vliegvuurbestendigheid (en eisen aan een evt. open haard). Voor woongebouwen en utilitaire gebouwen wordt meewstal door een (in- of externe) adviseur een rapport brandveiligheid opgesteld. Deze gegevens moeten nauwgezet in het ontwerp worden verwerkt.

Schachten doorbreken de brandscheidende en zijn daarom zodanig geconstrueerd dat de brandscheiding intact blijft echter ventilatiekanalen, rookgasafvoeren, rioleringen doorbreken op hun beurt weer de brandveilige schachtwand daarom worden deze doorbrekingen voorzien van manchetten (pvc/ppe rioleringen) of brandkleppen (metalen kanalen). Er zijn ook alternatieve oplossingen, raadpleeg daarvoor de interne of externe adviseur. De uitvoering van de schachten is ook kritisch voor wat betreft de akoestische prestaties (zie kennisblad geluid).

- Stap 10: - materialen van en openingen (deuren/ramen) in brandscheidingen
- Stap 11: - beschermen hoofddraagconstructie. Het niveau (60-90-120 minuten) is afhankelijk van de hoogte van het gebouw. Staalconstructies moeten bijvoorbeeld worden bekleed met brandwerend materiaal of ingestort of volgestort worden met beton. Dat beschermen geldt (in mindere mate) ook voor constructies die (rookvrije) vluchtroutes en brandwerende scheidingsconstructies dragen.
- Stap 12: - Het vastleggen van de toe te passen materialen in de details is bijzonder belangrijk wanneer niet de juiste materialen worden toegepast volgt bij inspectie onherroepelijk afkeuring en dus een grote kostenpost.
- Stap 13: - In stap 13 worden vooral zaken aangegeven die in plattegronden worden vastgelegd. Toch zijn er natuurlijk zaken die op detailniveau moeten worden vastgelegd.
- Brandslanghaspels worden vaak in een zogenaamde 'inkassing' van een wand opgenomen, zodat men er niet tegen aan loopt of rijdt. Dit wordt uiteraard gedetailleerd.
 - Droge blusleidingen worden meestal in de trappenhuizen opgenomen. In de details wordt aangegeven hoe de dbi vastgezet wordt. Ook heeft een dbi een aansluitpunt in de gevel. Deze kast wordt meestal opgenomen in de gevel en moet dus gedetailleerd worden.
 - Vluchtrouteaanduiding wordt vaak bevestigd op kozijnen en moet dus aangegeven worden op de kozijntekeningen (voeding).

Resumerend is het dus de opdracht om of het brandveiligheidsrapport nauwgezet over te nemen op de (detail)tekeningen of men dient eerst zelf op een gestructureerde manier de eisen te vertalen in correcte oplossingen.



Eisen

Bouwbesluit 2003 (en Regeling Bouwbesluit 2003)

Bouwbesluit 2003 geeft de volgende brandveiligheidsvoorschriften voor alle bouwwerken.

Tabel 1 Brandveiligheidsvoorschriften Bouwbesluit 2003.

Afdeling	Functionele eis (die in de desbetreffende afdelingen is uitgewerkt in prestatie-eisen)
2.2 Sterkte bij brand	Een te bouwen bouwwerk heeft een bouwconstructie die zodanig is dat het bouwwerk bij brand gedurende redelijke tijd kan worden verlaten en doorzocht, zonder dat er gevaar voor instorting is.
2.8 Verlichting	Een te bouwen bouwwerk heeft een zodanige verlichtingsinstallatie dat het bouwwerk veilig kan worden verlaten, sociaal veilig en bruikbaar is.
2.10 Beweegbare constructieonderdelen	Een te bouwen bouwwerk heeft zodanige beweegbare constructieonderdelen dat veilig kan worden gevlucht en dat veilig gebruik kan worden gemaakt van de aan het perceel grenzende openbare ruimte.
2.11 Beperking van het ontstaan van een brandgevaarlijke situatie	Een te bouwen bouwwerk is zodanig dat het ontstaan van een brandgevaarlijke situatie voldoende wordt beperkt.
2.12 Beperking van ontwikkeling van brand	Een te bouwen bouwwerk is zodanig, dat brand zich niet snel kan ontwikkelen. = <i>beperking van brandvoortplanting</i>
2.13 Beperking van uitbreiding van brand	Een te bouwen bouwwerk is zodanig dat de uitbreiding van brand voldoende wordt beperkt. = <i>brandcompartimentering</i>
2.14 Verdere beperking van uitbreiding van brand	Een te bouwen bouwwerk is zodanig dat uitbreiding van brand in verdergaande mate wordt beperkt dan bepaald in afdeling 2.13. = <i>subbrandcompartimentering</i>
2.15 Beperking van ontstaan van rook	Een te bouwen bouwwerk is zodanig dat het zich snel ontwikkelen van rook voldoende wordt beperkt.
2.16 Beperking van verspreiding van rook	Een te bouwen bouwwerk is zodanig dat bij brand rook zich niet binnen korte tijd kan verspreiden naar een ander deel van het bouwwerk, zodat op veilige wijze het aansluitende terrein kan worden bereikt.
2.17 Vluchten binnen een rookcompartiment en een subbrandcompartiment	Een te bouwen bouwwerk is zodanig dat een rookcompartiment en een subbrandcompartiment voldoende snel en veilig kunnen worden verlaten.
2.18 Vluchtroutes	Een te bouwen bouwwerk heeft voldoende vluchtroutes waarlangs bij brand een veilige plaats kan worden bereikt.
2.19 Inrichting van rookvrije vluchtroutes	Een te bouwen bouwwerk heeft zodanig ingerichte rookvrije vluchtroutes, dat in geval van brand snel en veilig kan worden gevlucht.
2.20 Voorkoming en beperking van ongevallen bij brand	Een te bouwen bouwwerk is zodanig dat personen kunnen worden gered en brand kan worden bestreden.
2.21 Bestrijding van brand	Een te bouwen bouwwerk heeft zodanige voorzieningen voor de bestrijding van brand, dat brand binnen redelijke tijd kan worden bestreden.
2.22 Grote brandcompartimenten	Een te bouwen bouwwerk met een brandcompartiment of een subbrandcompartiment, waarvan de gebruiksoppervlakte groter is dan de toelaatbare gebruiksoppervlakte als bedoeld in paragraaf 2.13.1, onderscheidenlijk 2.14.1, is zodanig ingericht dat het brandveilig is.
2.23 Hoge en ondergrondse gebouwen	Een te bouwen bouwwerk waarin een vloer van een verblijfsgebied hoger dan 70 m boven of lager dan 8 m onder het meetniveau ligt, is zodanig ingericht dat het bouwwerk brandveilig is.
3.12 Luchtverversing van overige ruimten	Een te bouwen bouwwerk heeft een zodanige voorziening voor luchtverversing voor een meterruimte voor een voorziening voor gas, een liftkooi, een

	liftschacht voor een brandweerlift, een gemeenschappelijke verkeersruimte, een ruimte met een netto-inhoud van meer dan 3 m ³ voor het opslaan van afval en een tunnelruimte, dat het ontstaan van een voor de gezondheid nadelige kwaliteit van de binnenlucht voldoende wordt beperkt.
--	---

MBV-1992 (9e supplement)

De MBV-1992 (incl. bijbehorende bijlagen) bevat de volgende voorschriften voor een brandveilig gebruik.

Tabel 2 Brandveiligheidsvoorschriften MBV-1992.

Paragraaf	Functionele eis (die in desbetreffende paragrafen is uitgewerkt in prestatie-eisen) of tekst artikel
2.5 Voorschriften van stedenbouwkundige aard	Artikel 2.5.3 Bereikbaarheid van bouwwerken voor wegverkeer. Brandblusvoorzieningen.
2.6 Voorschriften inzake brandveiligheidsinstallaties en vluchtroutes	– Een te bouwen bouwwerk heeft zodanige voorzieningen voor de ontdekking en melding van brand, dat een brand zo snel mogelijk kan worden ontdekt en gemeld. Aanwijzen van bijlage 10. – Een te bouwen bouwwerk heeft zodanige voorzieningen voor alarmering dat gebruikers bij brand binnen redelijke tijd uit het bouwwerk kunnen vluchten. Aanwijzen van bijlage 11. – Een te bouwen bouwwerk heeft zodanige voorzieningen voor de herkenning van vluchtroutes dat gebruikers op veilige wijze uit het bouwwerk kunnen vluchten. Aanwijzen van bijlage 11.
5.2 Staat van brandveiligheidsinstallaties en vluchtrouteaanduidingen	Artikel 5.2.1 Voor bestaande bouwwerken zijn de artikelen 2.6.1 t/m 2.6.10 van overeenkomstige toepassing. (= van toepassing verklaring van de nieuwbouwvoorschriften die zijn gegeven in paragraaf 2.6)
6.1 Gebruiksvergunning	Noodzaak van en eisen die gesteld kunnen worden bij een gebruiksvergunning.
6.2 Het voorkomen van brand en het beperken van brandgevaar	Aanwijzen van bijlagen 3 t/m 6 (zijn op alle bouwwerken van toepassing): – bijlagen 3 en 4: gebruikseisen voor bouwwerken; – bijlagen 5 en 6: toegestane hoeveelheid en opslag brandgevaarlijke stoffen.
6.3 Het bestrijden van brand en het voorkomen van ongevallen bij brand	– De rechthebbende op een bouwwerk, ten behoeve waarvan een bluswaterwinplaats aanwezig is, is verplicht deze zodanig te onderhouden, dat daaruit te allen tijde over voldoende bluswater kan worden beschikt. – Het is verboden voorwerpen of stoffen op zodanige wijze te plaatsen of te hebben dat daardoor het onmiddellijk gebruik of de zichtbaarheid ervan wordt belemmerd van: a. middelen en voorzieningen tot melding van alarmering bij en bestrijding van brand; b. middelen en voorzieningen tot ontvluchting en redding van personen en dieren bij brand.
7.3 Gebruik van bouwwerken, open erven en terreinen	Het is verboden in, op, of aan een bouwwerk, of op een open erf of terrein, voorwerpen of stoffen te plaatsen, te werpen of te hebben, handelingen te verrichten of na te laten, of werktuigen te gebruiken, waardoor: a. brand- of ander gevaar wordt veroorzaakt; b. het gebruik van vluchtmogelijkheden wordt belemmerd.
7.6 Gebruiksgereed houden van installaties	Installaties in een gebouw, waarvan het Bouwbesluit en/of de Modelbouwverordening de aanwezigheid verplicht stelt, moeten in een goede staat verkeren, zodat daarvan een onbelemmerd gebruik kan worden gemaakt.

Meer informatie

NEN-praktijkids Brandveiligheid

SBR-referentiedetails

(evt. SBR Zakboek Bouwfysica)

(evt. SBR/ISSO Publicatie Schachten)

Kennisblad daglicht

Checklist

Controleer of de berekening daglicht correct is overgenomen.

Controleer of de belemmering en overstekken correct zijn overgenomen in de EPC-berekening.

Werkwijze

Het Bouwbesluit schrijft voor een aantal gebruiksfuncties minimale hoeveelheid daglicht voor. Deze hoeveelheid is het grootst voor de woonfunctie. In de berekening wordt standaard een minimale belemmering aangehouden ($\alpha = 25^\circ$). Wordt de daglicht opening nog verder belemmerd door belemmeringen (t.g.v. 'sprongen' en hoogteverschillen in gebouwen, andere gebouwen op hetzelfde perceel, hoge borstweringen, e.d.) en door overstekken dan blijft van het zogenaamde equivalente daglichtoppervlak van het kozijn steeds minder over! Bepaalde daglichtopeningen onder galerijen of in loggia's worden zodanig belemmerd dat er geen equivalent daglichtoppervlak meer overblijft.

De berekening wordt per kozijn uitgevoerd. Heeft een verblijfsgebied bijvoorbeeld 3 kozijnen, dan wordt het equivalent daglichtoppervlak van die drie kozijnen bij elkaar opgeteld en vergeleken met de eis. Deze eis is 10% van het vloeroppervlak van het betreffende verblijfsgebied. Dus voor een verblijfsgebied van 30 m² is 3 m² equivalent daglichtoppervlak nodig. Is deze hoeveelheid niet aanwezig dan zijn er twee opties, namelijk het oppervlak van het verblijfsgebied verkleinen tot het verplichte minimum van 55% van het G.O. (gebruiks oppervlak) of de kozijnen vergroten.

De berekening is opgenomen in NEN 2057, een voorbeeldberekening van één kozijn is hieronder opgenomen.

Eis

In art. 3.134 van het Bouwbesluit zijn de volgende eisen vermeld.

Meer informatie

Infobladen? www.sbr.nl

Sdu: Bouwbesluit in de praktijk (losbladige uitgave)

Kennisblad geluid

Checklist

Controleer of de maatregelen uit het rapport geluidwering verwerkt zijn in de (detail) tekeningen.

Controleer of in de algemene verkeersruimten de maatregelen die de nagalmtijd beperken verwerkt zijn in de (detail) tekeningen.

Controleer of de maatregelen die nodig zijn om het geluid ten gevolge van installaties te beperken zijn verwerkt in de (detail) tekeningen

Controleer of de maatregelen die nodig zijn om de vereiste geluidwering tussen ruimten te realiseren zijn verwerkt in de (detail) tekeningen

Werkwijze

- Ga na wat de eisen met betrekking tot de geluidwering zijn in het PVE (programma van eisen).
- Voor de noodzakelijke geluidwering van de gevel wordt een zogenaamde GAK-berekening gemaakt. In deze berekening geeft de akoestisch adviseur aan welke maatregelen er nodig zijn om de vereiste geluidwering te realiseren. Denk hierbij aan: akoestische kwaliteit glad, de eventuele akoestische kwaliteit van de ventilatiedoorvoer, de akoestische kwaliteit van de gevel- of dakconstructie en de akoestische kwaliteit van de kierdichting (en het bijbehorende h&s-werk).
- Ook de maatregelen die nodig zijn om de nagalmtijd in de algemene trappenhuizen, gangen of corridors te beperken worden meestal door een akoestisch adviseur uitgerekend. De adviseur doet ook voorstellen voor de materialisatie deze worden overgenomen op de detailtekeningen.
- In het PVE kunnen eisen staan om het geluidsniveau ten gevolge van installaties in de betreffende woning te beperken. De maatregelen om aan deze eisen te voldoen dienen vastgelegd te worden op tekening. Denk hierbij aan dempers in het ventilatiesysteem, isolatie om standleidingen, akoestisch ontkoppelde opstellingen van toiletten. Het geluidniveau van installaties buiten de betreffende woning dient altijd lager te zijn dan 30 dB(A) (eis BB). In woongebouwen heeft dat consequenties voor de riolering, opstelling en toiletten, aansluiting toiletten op de schachten, ventilatiekanalen, rookgaskanalen.
- Het Bouwbesluit eist dat de karakteristieke luchtgeluidindex ($I_{lu,k}$) groter of gelijk 0 moet zijn, de contactgeluid in de x (I_{co}) moet + 5dB zijn. Wanneer aan een zijde van de woningscheidende wand of vloer een verblijfsgebied aanwezig is.
- Tussen zolderruimten (onbenoemde ruimten) van verschillende woningen is $I_{lu,k} \geq -5$ dB en I_{co} van ≥ 0 dB.
- In de woning is de eis voor zowel $I_{lu,k}$ als I_{co} tussen verblijfsruimten – 20 dB.

Deze eisen zijn niet erg hoog en veel bewoners worden daarom nog gehinderd door geluid. In steeds meer bestekken verschijnen daarom hogere (zwaardere) eisen. Vaak wordt het zogenaamde comfort niveau aangehouden, concreet betekent dat een $I_{lu,k}$ van $\geq +5$ dB en I_{co} van ≥ 10 dB.

In de SBR-referentiedetails (basis en comfort) zijn constructies gegeven die aan bovengenoemde eisen voldoen. Neem de maatregelen zorgvuldig over in de projectdetails.

Bepaalde maatregelen in het kader van luchtdichtheid, vochtwering of brandveiligheid hebben ook positieve effecten op de geluidwering. Denk hierbij aan zorgvuldige kierdichting, luchtdichtingen ter voorkoming van inwendige condensatie en energieverlies extra beplating om aan de brandveiligheid te voldoen.

Eisen

Bouwbesluit: art. 3.2; geluid van buiten

Gebruiksfunctie	Binnenniveau dB(A)
Woonfunctie	35
Gezondheidszorgfunctie in ziekenhuis of verpleeghuis verblijfsgebied voor onderzoek of behandeling van patiënten ander verblijfsgebied	30 35
Andere gezondheidszorgfunctie	30
Onderwijsfunctie geluidgevoelig verblijfsgebied cf. Wet geluidhinder ander verblijfsgebied	30 35
Kantoorfunctie (periode 7.00-19.00 uur)	40

Een uitwendige scheidingsconstructie van een verblijfsruimte heeft een volgens NEN 5077 bepaalde karakteristieke geluidwering die maximaal 2 dB(A) lager ligt dan de karakteristieke geluidwering van een verblijfsgebied waarin die verblijfsruimte ligt.

Bouwbesluit: art. 3.12; Geluidsisolatie tussen ruimten in dezelfde gebruiksfunctie

Van ruimte	Naar ruimte	$I_{lu,k}$	I_{co}
Verblijfsruimte woonfunctie	Verblijfsruimte woonfunctie	-20	-20
Spelactiviteit onderwijsfunctie	Onderwijsruimte onderwijsfunctie	0	10
Handenarbeid onderwijsfunctie	Onderwijsruimte onderwijsfunctie	0	10

Bouwbesluit: art. 3.18 en 3.19

Ander perceel – van ruimte	Naar ruimte	$I_{lu,k}$	I_{co}
Besloten ruimte woonfunctie	Verblijfsgebied woonfunctie/gebruiksfunctie ¹	0	+5
Besloten ruimte woonfunctie	Besloten ruimte woonfunctie	-5	0
Besloten ruimte woonfunctie	Verblijfsgebied onderwijsfunctie	0	+10

¹ Geldt niet indien aangrenzende gebruiksfunctie lichte industriefunctie of overige gebruiksfunctie is.

Hetzelfde perceel – van ruimte	Naar ruimte	$I_{lu,k}$	I_{co}
Besloten ruimte woonfunctie	Verblijfsgebied woonfunctie	0	+5
Besloten ruimte woonfunctie	Besloten ruimte woonfunctie ²	-5	0

² Niet zijnde besloten gemeenschappelijke verkeersruimte.

Eisen tussen verschillende utilitaire functies $I_{lu,k} \geq 0$ dB en $I_{co} \geq 0$ dB (BB art. 3.17 t/m 3.19)

In onderstaande tabel staat hoe de eisen tussen ruimten er waarschijnlijk uit gaan zien in het nieuwe Bouwbesluit 2012. Onder de tabel staat hoe van de oude naar de nieuwe waarden te rekenen is:

BB 2003		BB 2012	
$I_{lu,k} \geq 0$ dB	(VG, afd. 3.5)	$D_{nT,A,k} \geq 52$ dB	(VG)
$I_{lu,k} \geq -5$ dB	(overig, afd. 3.5)	$D_{nT,A,k} \geq 47$ dB	(besloten ruimte)
$I_{co} \geq +5$ dB	(VG, afd. 3.5)	$L_{nT,A} \leq 54$ dB	(VG)
$I_{co} \geq 0$ dB	(overig, afd. 3.5)	$L_{nT,A} \leq 59$ dB	(besloten ruimte)

- $D_{nT,A,k}$: karakteristieke luchtgeluidniveauverschil, vuistregel: $D_{nT,A,k} = I_{lu,k} + 52$
- $L_{nT,A}$: contactgeluidniveau, vuistregel: $L_{nT,A} = 59 - I_{co}$

Eisen nagalmtijd (BB art. 3.16):

- 1/8 van het volume
- berekening conform NEN 5078

Meer informatie:

- SBR-infobladen (www.sbr.nl)
- NEN-praktijkids geluid
- NPR 5070
- NEN 1070