

## **4. De invloed van kruipruimten**

### **4.1 Inleiding**

Bij woningen met een vochtige kruipruimte kan vochthinder ontstaan als gevolg van toevoer van vochtige lucht vanuit de kruipruimte. Verdamping van de vochtige bodem van de kruipruimte vindt plaats. Indien de begane grond vloer niet voldoende luchtdicht is, zal het vocht vanuit de kruipruimte een wezenlijke bijdrage leveren aan de luchtvochtigheid in de woning. Behalve dat het vocht in de kruipruimte rechtstreeks via de lucht in de woning terecht kan komen, kan een vochtige kruipruimte ook leiden tot:

- Condensatie aan de onderzijde van de begane grond vloer (vooral bij niet of matig verwarmde vertrekken), wat bij houten vloeren kan leiden tot houtrot en schimmelgroei. Een goede indicator van een (te) vochtige kruipruimte is condensatie aan de onderzijde van het kruipruimteluik.
- Plaatselijke condensatie tegen een wand of de vloer van de kruipruimte kan optrekkend vocht veroorzaken door capillaire werking bij beton en/of metselwerk.

In dit hoofdstuk zal nader worden ingegaan op de invloed van vochtige kruipruimten op de (relatieve) vochtigheid in de verblijfsruimte in woningen.

### **4.2 Vochtigheid van de kruipruimte**

Uit onderzoek is gebleken dat in de praktijk niet zelden kruipruimten voorkomen met een zeer hoge relatieve vochtigheid. Deze relatieve vochtigheid bedraagt in deze gevallen 90 tot 95%, waarbij de absolute vochtigheid die in kruipruimte heerst niet alleen hoger blijkt te zijn dan buiten, maar vaak ook hoger dan in de woning zelf. Om van een droge kruipruimte te kunnen spreken dient het verschil in waterdampconcentratie tussen de kruipruimte en buiten kleiner te zijn dan  $1 \text{ g/m}^3$ . Dit komt neer op een maximaal dampdrukverschil van ongeveer 150 Pa bij een temperatuur in de kruipruimte van  $12 \text{ }^\circ\text{C}$ . In de genoemde gevallen van zeer vochtige kruipruimten bedroeg dit dampdrukverschil 300 tot 1200 Pa ( $2,5$  tot  $9 \text{ g/m}^3$ ).

### **4.3 Vochttoevoer**

Uiteraard is het zo dat het vocht dat zich in de kruipruimte bevindt ergens vandaan komt. De herkomst van dit vocht verschilt van situatie tot situatie en kan bovendien voortkomen uit meerdere bronnen. Mogelijke bronnen van vocht in de kruipruimten kunnen zijn:

- Door een hoge grondwaterstand kan er (tijdelijk) grondwater in de kruipruimte komen te staan.
- Indien de grondwaterstand niet te ver beneden de bodem van de kruipruimte ligt, zal vocht door capillaire werking in de grond optrekken tot het niveau van de bodem van de kruipruimte of net iets daaronder. Vervolgens zal er verdamping plaatsvinden van de natte grond naar de lucht in de kruipruimte.
- Oppervlaktewater kan via de geroerde grond naast de fundering in de kruipruimte terecht komen. Dit effect kan worden versterkt wanneer een weinig

waterdoorlatende laag boven het niveau van de bodem van de kruipruimte ligt. Een dergelijke laag kan bestaan uit een laag klei of leem. In sommige gevallen kan deze laag, indien deze niet ver beneden de bodem van de kruipruimte ligt, en bovendien erg ondoordringbaar is voor water, ook voor een versterkte indringing van oppervlaktewater zorgen.

- Bij een zware regenbui of tijdens langdurige regen die op de gevel valt zal regenwater door het buitenblad dringen en in de spouw terecht komen. Bij het ontbreken van voetlood en open stootvoegen (of het slecht functioneren ervan door lekken in het voetlood en door verstopte stootvoegen met valspectie) zal het regenwater niet naar buiten afgevoerd worden en komt zodoende uiteindelijk in de kruipruimte terecht.
- Lekken in leidingen of rioleringen kunnen een grote bron van vocht zijn die in de kruipruimte terecht komt. Met name lekken in waterleidingen die door de kruipruimte lopen kunnen tot vele liters water per dag de kruipruimte inbrengen. Maar daarnaast kunnen ook lekken in overige leidingen die door de kruipruimte lopen voor extra vocht in de kruipruimte zorgen; te denken valt aan CV-leidingen, rioolafvoerbuizen en hemelwaterafvoeren. Ook indien de lekkende leidingen of buizen niet in maar buiten de kruipruimte lopen kan extra vocht hierdoor in de kruipruimte terecht komen. Afhankelijk van de afstand tot de kruipruimte en de capaciteit van het lek zal het vocht via capillaire werking de kruipruimte bereiken en daar verdampen aan de lucht.

Indien door één of meerdere van deze oorzaken extra watertoevoer naar kruipruimte plaats heeft, dan hoeft dit niet te leiden tot een (te) vochtige kruipruimte. De kruipruimte wordt pas vochtig op het moment dat de extra aangevoerde hoeveelheid vocht in de lucht niet via ventilatie met de buitenlucht kan worden afgevoerd. Een goed geventileerde kruipruimte met buitenlucht is zodoende een belangrijke voorwaarde voor een droge kruipruimte.

#### **4.4 De dampspanning in de kruipruimte**

Op het moment dat een kruipruimte onvoldoende geventileerd is om de extra toegevoerde vochthoeveelheid te kunnen afvoeren, zal er 'ophoping' van vocht in de lucht van de kruipruimte optreden. Uiteraard kan dit niet eindeloos door blijven gaan; dit proces stopt op het moment dat de lucht in de kruipruimte verzadigd raakt met waterdamp of met andere woorden er een relatieve vochtigheid optreedt van 100%. Men zou dus verwachten dat in een onvoldoende geventileerde kruipruimte een relatieve vochtigheid van 100% optreedt. Dat dit niet gebeurt (de relatieve vochtigheid blijft steken tussen 90 en 95%) heeft met twee verschijnselen te maken.

Eenzijds heeft dit te maken met het feit dat de temperatuur in de kruipruimte niet over de hoogte gelijk is. De lucht vlak boven de bodem van de kruipruimte is het koudst, daarboven loopt de temperatuur langzaam iets op met ongeveer 1,5 °C (zie figuur). De temperatuur van de bodem, daar waar de (meeste) verdamping plaats heeft, bepaalt de maximale dampspanning in de kruipruimte kan handhaven. De lucht op grotere hoogte in de kruipruimte, die iets warmer is, zal zodoende een geringere relatieve vochtigheid hebben.

Anderzijds vindt er een damptransport plaats naar koude oppervlakken binnen de kruipruimte (koude funderingsmuren of de begane grond vloer bij niet of matig

verwarmde vertrekken). Dit damptransport zorgt voor afvoer van vocht uit de lucht van de kruipruimte.

De gemiddelde kruipruimtetemperatuur tijdens een koude wintermaand is onder meer afhankelijk van de mate van isolatie van de begane grond vloer. Daarnaast speelt de ventilatie met buitenlucht een geringe rol. Voor een niet geïsoleerde vloer ligt de kruipruimtetemperatuur tussen 10 en 13 °C, afhankelijk van de mate waarin gestookt wordt binnen de woning. Bij een goed geventileerde kruipruimte met buitenlucht kan gedurende harde of stormachtige wind een lagere temperatuur gevonden worden. De dampspanning die heerst in een vochtige kruipruimte kan daarmee liggen tussen 1100 Pa (10 °C) en 1350 Pa (13 °C).

Bij een niet-geïsoleerde vloer zal de temperatuur in de kruipruimte ongeveer 3 °C lager liggen; daarmee ligt de dampspanning ongeveer 250 Pa lager. Soms kan de kruipruimtetemperatuur juist hoger liggen. Bij niet of slecht geïsoleerde CV-leidingen in de kruipruimte kan door de warmteafgifte de temperatuur in de kruipruimte oplopen tot 17 à 18 °C. De dampspanningen die daarbij optreden liggen tussen 1750 en 1850 Pa. Dit is erg hoog indien men zich realiseert dat een dampspanning van 1200 Pa (binnentemperatuur 20 à 21 °C en RV 50%) in een woonvertrek bij een buitentemperatuur van 0 °C al aan de hoge kant is.

#### **4.5 Beperking van vocht in de kruipruimte door ventilatie**

Zoals al eerder is vermeld, is de absolute vochtigheid in de kruipruimte 's winters vaak hoger dan buiten. Door de kruipruimte te ventileren met buitenlucht kan een deel van dit vocht uit de kruipruimte worden afgevoerd.

Door het aanbrengen van twee of meer ventilatiekokers in tegenover elkaar gelegen gevels, kan een gemiddeld ventilatievoud in de kruipruimte van 0,5 tot 0,7 maal per uur worden gehaald. Bij een groot drukverschil tussen beide gevels als gevolg van sterke windvlagen, loopt het ventilatievoud soms op tot 2 maal per uur. Het ventilatiedebiet bedraagt zodoende niet meer dan ongeveer 15 tot 20 m<sup>3</sup>/h. Per g/m<sup>3</sup> concentratieverschil kan dus niet meer dan 20 g vocht per uur worden afgevoerd. Voor een concentratieverschil van 5 g/m<sup>3</sup> betekent dit dat maximaal 100 g/h kan worden afgevoerd.

De hoeveelheid vocht die via verdamping uit de grond in de lucht van de kruipruimte terecht komt kan ongeveer 25 g/m<sup>2</sup> bedragen. Bij een woning van 9 bij 6 m betekent dit een vochtproductie van ongeveer 1350 g/h. Deze hoeveelheid ligt aanzienlijk boven de hoeveelheid die kan worden afgevoerd, wat inhoudt dat of de vochtproductie beperkt dient te worden, of dat een hoge luchtvochtigheid in de kruipruimte wordt geaccepteerd, maar dat voorzieningen worden getroffen om te voorkomen dat dit vocht in de woning terecht komt.

#### **4.6 Beperking van de bodemverdamping**

Om de vochtproductie in de kruipruimte te beperken is het mogelijk om een dampremmende folie aan te brengen op de bodem - en eventueel op de wanden - van de kruipruimte. De folie voorkomt de verdamping van de bodem niet, maar doordat de folie de waterdamp aan de onderzijde van de folie nauwelijks doorlaat,

komt maar een gering deel van het verdampte vocht in de lucht van de kruipruimte terecht.

Voor een droge kruipruimte dient het verschil tussen de absolute vochtigheid van de kruipruimtebodemplaat en de absolute vochtigheid van de kruipruimtelucht minder dan 1 g/m<sup>3</sup> te bedragen. Om dit te bewerkstelligen dient de dampdiffusieweerstand van de aan te brengen folie aan een minimale waarde te voldoen. Voor een kruipruimte met een normale temperatuur gedurende de winterperiode, en die beperkt geventileerd is, geldt dat de  $\mu d$ -waarde minimaal 1 à 2 m dient te bedragen om te kunnen voldoen. Een eenvoudige kunststoffolie zal, mits deze in overlappende banen is aangebracht, reeds een hogere  $\mu d$ -waarde hebben dan 2 m.

Het is belangrijk om te realiseren dat, zoals al eerder vermeld, de folie de verdamping van de bodem niet voorkomt, maar slechts beperkt. Dit houdt in dat er altijd een zekere vochtstroom naar de kruipruimte ontstaat. Indien de kruipruimte niet geventileerd zou worden, betekent dit dat alsnog vochtophoping in de kruipruimte zal plaatsvinden, waardoor uiteindelijk de absolute vochtigheid van de kruipruimte alsnog gelijk zal worden aan de absolute vochtigheid van de grond (bodem). Een bepaalde hoeveelheid aan basisventilatie blijft dus altijd noodzakelijk om een droge kruipruimte te realiseren.

#### **4.7 Vochttoevoer van de kruipruimte naar de woning**

Indien de absolute vochtigheid in de kruipruimte hoger is dan de absolute vochtigheid die heerst in de woning, kan via twee mechanismen vocht van de kruipruimte naar de woning getransporteerd worden. Het eerste mechanisme is via dampdiffusie door de vloer en het tweede mechanisme is via luchtlekken in de begane grond vloer in combinatie met een drukverschil over deze lekken. Het eerste mechanisme (dampdiffusie) is zeker bij steenachtige vloeren te verwaarlozen ten opzichte van het tweede mechanisme (luchtlekken).

Luchtlekken kunnen op allerlei plaatsen voorkomen; hier volgen een paar voorbeelden:

- langs of door het kruipluik
- leidingdoorvoeren in de meterkast
- leidingdoorvoeren in het keukenblok
- doorvoeren van CV-leidingen
- via ondichtheden in de aansluiting van raamkozijnen met de spouw, indien de spouw in open verbinding staat met de kruipruimte
- scheuren en krimpnaad in de vloerconstructie

Aangezien in de wintersituatie de binnentemperatuur in de woning altijd hoger ligt dan de temperatuur in de kruipruimte, zal een onderdruk in de woning ontstaan ten opzichte van de kruipruimte. Bij een niet al te kierdichte woning zal het drukverschil iets meer dan 1 Pa bedragen, bij een zeer luchtdichte woning zal dit oplopen tot ongeveer 4 Pa. Behalve het drukverschil als gevolg van thermische invloeden, kan ook ventilatie een onderdruk in de woning creëren. Zowel natuurlijke ventilatie (sterke windvlagen) als mechanische afzuiging zullen tot een extra onderdruk van de woning

leiden ten opzichte van de kruipruimte. Bij mechanische afzuiging kan de onderdruk met maximaal ongeveer 10 Pa extra toenemen.

Als gevolg van de onderdruk die in de woning heerst ten opzichte van de kruipruimte, zal via de verschillende lekken lucht uit de kruipruimte de woning in stromen. Hiermee wordt de absolute vochtigheid in de woning verhoogd. Om dit te voorkomen dienen alle voor de hand liggende als de minder voor de hand liggende luchtlekken te worden gedicht.

Indien men te maken heeft met renovatie van woningen, waarbij bestaande kozijnen worden vervangen of een mechanisch (gebalanceerd) ventilatiesysteem in de woning wordt aangebracht, is het meer dan zinvol, zo niet noodzakelijk, om de nodige aandacht te schenken aan het voorkomen van extra vocht in de woning afkomstig uit de kruipruimte. Hierbij kan men kiezen uit twee mogelijkheden:

- Of men voorkomt dat de kruipruimte zelf te vochtig wordt, door het damptransport vanuit de grond en eventueel de omringende fundering te beperken.
- Of men voorkomt dat de vochtige lucht vanuit de kruipruimte de woning kan binnendringen, door de luchtdoorlatendheid van de vloer te beperken