

### Warmte, vocht en luchttransport

Aantal lesuren Warmte, vocht- en luchttransport 1	12
Aantal lesuren Warmte, vocht- en luchttransport 2	21
Studiebelasting in uren	90

### Leerstof

Aandacht wordt gegeven aan de theoretische achtergronden van warmte-, vocht- en luchttransport. Het begrijpen van de fysische transportverschijnselen krijgt een minstens even belangrijke plaats als het rekenen aan bijvoorbeeld het damptransport of het berekenen van warmteoverdracht door straling. Enkele van de vele (toegepaste) onderwerpen die behandeld worden zijn: warmtetransport door straling en convectie, inwendige condensatie, capillair vochttransport, temperatuursverlaging en condensatie door nachtelijke uitstraling, luchtstroming door spleten en kanalen.

Ook praktische onderwerpen uit de adviespraktijk krijgen een plaats, zoals maatregelen om vochtthinder te voorkomen, en de invloed van vochtige kruipruimten op het binnenklimaat in woningen.

### Leerdoelen

De student dient inzicht te verkrijgen in de theorie van de thermische en hygrische bouwfysica en van luchttransport door constructies en kanalen. Tevens dient de student de theorie in de bouwpraktijk te kunnen toepassen.

Aan het eind van de module weet de student:

- welke grootheden en eenheden worden gebruikt in het vakgebied;
- de betekenis van deze grootheden en eenheden;
- de achtergronden van stationair en niet stationair warmtetransport door geleiding, straling en convectie;
- welke formules bestaan voor de exacte bepaling en voor een benadering van de warmteoverdracht door straling;
- onder welke omstandigheden de vereenvoudigde benadering van het warmtetransport door straling is toegestaan;
- wat een zicht- of blikfactor is, en hoe deze te gebruiken;
- hoe de invloed van een stralingsscherm kan worden bepaald;
- hoe nachtelijke uitstraling kan worden berekend;
- de achtergronden van het convectieve warmtetransport;
- de convectieve warmteoverdracht bij vrije en gedwongen convectie in te schatten;
- de achtergronden bij de bepaling van de temperatuurfactor;
- beperkingen in de beoordeling van de temperatuurfactor van een detail of constructie;
- het luchttransport door kieren, naden en kanalen bepalen;
- een advies te geven in een specifieke situatie betreffende warmtetransport en energieverlies door constructies dan wel het thermisch comfort;
- de achtergronden van vochttransport door dampdiffusie, luchtstroming en capillair vochttransport;
- de dampdiffusieweerstand van samengestelde en geperforeerde materiaallagen te bepalen;
- inwendige condensatie door dampdiffusie te onderkennen en te berekenen (methode Glaser, verbeterde methode Glaser) en kent hij de beperkingen van de genoemde methoden;
- inwendige condensatie door luchtstroming te onderkennen;
- de achtergronden van optrekkend vocht, drukkend grondwater en regendoorslag;
- de oorzaken van vochtproblemen te onderzoeken, en adequate maatregelen voor te stellen;
- het binnenklimaat in gebouwen te beoordelen;
- de invloed van vochtige kruipruimten op het binnenklimaat te onderkennen;
- de theorie van het drogen van constructies;
- achtergronden van schimmelgroei op constructies;

- voorgestelde constructies en details te beoordelen in thermische en hygrisch opzicht;
- een advies te geven in een specifieke situatie.

**Studiemateriaal**

- Dictaat
- Presentaties

**Leerstof en leerdoelen in kort bestek**

<b>Warmte, vocht en luchttransport 1</b>				
<b>Onderdeel</b>	<b>Weten</b>	<b>Inzien</b>	<b>Toepassen</b>	<b>Integreren</b>
<b>Warmte, vocht- en luchttransport (basis):</b>				
Basistheorie van damptransport. Aandachtspunten: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ gaswetten;</li> <li>▪ rekenen met dampdiffusieweerstanden;</li> <li>▪ waterdampoverdrachtscoëfficiënt en luchtsnelheid.</li> </ul>				
Twee- en driedimensionaal stationair en niet-stationair warmtetransport. Aandachtspunten: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ geleiding: wetten van Fourier;</li> <li>▪ warmtetransport door straling;</li> <li>▪ wetten van Planck, Wien;</li> <li>▪ zwarte en grijze stralers;</li> <li>▪ blikfactoren;</li> <li>▪ warmte overdrachtscoëfficiënt voor straling;</li> <li>▪ convectie (vrije en gedwongen).</li> </ul>				
Theorie van de inwendige condensatie en inzichten belangrijkste bepalingen in de praktijk. Aandachtspunten: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ theorie van Glaser;</li> <li>▪ inwendige condensatie en nachtelijke uitstraling;</li> </ul>				
<b>Warmtetransport door constructies</b>				
Het bepalen van warmteweerstanden van enkelvoudige en meervoudige constructie van daken, gevels en vloeren; het bepalen van de U-waarde en het bepalen van temperaturen aan de oppervlakte en inde constructie, op basis van tabellarische gegevens van bouwstoffen.			X	
Het bepalen van warmte doorgangen ev. wijzigen van constructies om een vastgestelde warmtedoorgang te bereiken, onder gebruikmaking van de graaddagenmethode voor continu en niet continu (maar regelmatig) verwarmde gebouwen.			X	

Constructies met verschillende U-waarden; het vaststellen van de gemiddelde U-waarde en het daarin opnemen van de U-waarde van punt- en lijn koudebruggen van de F-waarde van vlakke constructies.			X	
Het kennen van de grenswaarden die thans in het Bouwbesluit gesteld worden aan deze constructies.			X	
Het vaststellen van Zon-Lucht-temperatuur, en het hanteren van een warmtebalans.		X		
Het transport in luchtlagen en de overgangscoefficiënt van geleiding straling en convectie; het samenstellen van de waarden. Het effect van de wind op deze waarden.		X		
<b>Damp in de lucht en dampdiffusie door constructies:</b>			X	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ het begrip waterdamp in de lucht, relatieve en absolute vochtigheid, en het verband tussen de temperaturen;</li> <li>▪ maximale en rel. dampspanning en condensatie als verschijnsel;</li> <li>▪ bepalen van de hoeveelheid condensatie en ev. verdamping;</li> <li>▪ dampdiffusie door scheidende constructies zonder als met temperatuurverschil;</li> <li>▪ het vaststellen van ev. inwendige condensatie; de methode GLAS, en het toepassen van deze methode, volgens de DIN 4108, als volgens Nederlandse omstandigheden;</li> <li>▪ het kunnen variëren van een constructie ter vermindering van inwendige condensatie;</li> <li>▪ het beoordelen van condensatierisico, afhankelijk van de vochtnamecapaciteit van constructies.</li> </ul>				
<b>Koudebruggen soorten en vermindering:</b>	<b>Weten</b>	<b>Inzien</b>	<b>Toepassen</b>	<b>Integreren</b>
Koudebruggen naar soorten, hun positie in gebouwen en methoden ter vermindering, uitsluitend kwalitatief. Een-dimensionale koudebrugbepaling van metalen kozijnprofielen ook van kozijnprofielen met inwendige isolatie; kwantitatief. Voor eenvoudige gedefinieerde situaties			X	
Het op de hoogte zijn met koudebrug-rekenprogramma's, koudebrug-atlassen c.q. – catalogi en het kunnen hanteren van U-waarden daaruit.		X		
Het kunnen introduceren van U-waarden van koudebruggen in eenvoudige gedefinieerde gevallen (zie warmtetransport).			X	

<b>Warmte, vocht en luchttransport 2</b>				
	<b>Weten</b>	<b>Inzien</b>	<b>Toepassen</b>	<b>Integreren</b>
<b>Water in en op bouwstoffen:</b>		X		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Het gedrag van water in buisvormige en spleetcapillairen;</li> <li>▪ Het vormgeven van detaillering van bouwaansluitingen om het effect van capillariteit te verminderen c.q. uit te sluiten;</li> <li>▪ Winddruk op gevels als oorzaak van waterlekage;</li> <li>▪ Het beoordelen van constructies, eventueel met het effect van capillariteit</li> </ul>				
<b>Warmte, vocht- en luchttransport (praktijk):</b>	<b>Weten</b>	<b>Inzien</b>	<b>Toepassen</b>	<b>Integreren</b>
Basistheorie van capillair vochttransport. Aandachtspunten: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ theoretische achtergronden;</li> <li>▪ kritisch watergehalte;</li> <li>▪ waterabsorptie.</li> </ul>			X X X	
Achtergronden van hygroscopisch vochtgehalte van materialen. Aandachtspunten: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ wet van Thompson;</li> <li>▪ belang van hygroscopiciteit.</li> </ul>		X	X	
Basistheorie van damptransport. Aandachtspunten: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ diffusieweerstand van samengestelde constructies.</li> </ul>			X	
Theorie van regendoorslag en inzichten belangrijkste bepalingen in de praktijk. Aandachtspunten: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ theoretische achtergronden;</li> <li>▪ bouwkundige aspecten;</li> <li>▪ praktijkvoorbeelden;</li> <li>▪ onderzoek.</li> </ul>		X X	X  X	
Theorie van optrekkend vocht en inzichten belangrijkste bepalingen in de praktijk. Aandachtspunten: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ bouwkundige aspecten;</li> <li>▪ onderzoek;</li> <li>▪ praktijkvoorbeelden;</li> <li>▪ maatregelen optrekkend vocht.</li> </ul>		X	X X X	
Theorie van drukkend grondwater en inzichten belangrijkste bepalingen in de praktijk. Aandachtspunten: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ bouwkundige aspecten;</li> <li>▪ maatregelen tegen drukkend grondwater;</li> <li>▪ praktijkvoorbeelden.</li> </ul>		X	X X	

	Weten	Inzien	Toepassen	Integreren
<p>Theorie van het drogen van constructies en inzichten belangrijkste bepalingen in de praktijk.</p> <p>Aandachtspunten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ eerste en tweede droogfase;</li> <li>▪ bouwkundige aspecten;</li> <li>▪ praktijkvoorbeelden.</li> </ul>		X	X X	
<p>Theorie van de inwendige condensatie en inzichten belangrijkste bepalingen in de praktijk. Aandachtspunten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ inwendige condensatie en nachtelijke uitstraling;</li> </ul>			X	
<p>Factoren van invloed op het thermisch en hygrisch binnenklimaat in gebouwen.</p> <p>Aandachtspunten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ vochtproductie;</li> <li>▪ ventilatie (-voorzieningen, -capaciteit, -strategie;</li> <li>▪ temperatuur (niet stationaire effecten);</li> <li>▪ hygroscopische invloedsfactoren;</li> <li>▪ beoordelen van luchtvochtigheid;</li> <li>▪ invloed van kruipruimte.</li> </ul>		X  X	X X X X X X	
<p>Factoren die van invloed zijn op het ontstaan van schimmelgroei.</p> <p>Aandachtspunten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ binnenklimaat;</li> <li>▪ levensvoorwaarden van schimmels;</li> <li>▪ microklimaat, time of wetness;</li> <li>▪ schimmelgevoeligheid van materialen;</li> <li>▪ bouwkundige aspecten;</li> <li>▪ praktijkvoorbeelden.</li> </ul>			X X X X X X	
<p>Koudebruggen herkennen en beoordelen.</p> <p>Aandachtspunten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ oppervlaktetemperatuur, invloedfactoren;</li> <li>▪ temperatuurfactor, berekeningen;</li> <li>▪ overgangsweerstanden in de praktijk;</li> <li>▪ voorschriften en normen;</li> <li>▪ dynamische aspecten;</li> <li>▪ principe materialen;</li> <li>▪ bouwkundige aspecten;</li> <li>▪ praktijkvoorbeelden.</li> </ul>		X	X X X X X X	
<p>Theorie van luchtinfiltratie door constructies.</p> <p>Aandachtspunten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ drukverschillen over constructies;</li> <li>▪ theorie;</li> <li>▪ laminaire en turbulente stroming, Reynolds;</li> <li>▪ inschatten van de luchtdoorlatendheid van openingen.</li> </ul>			X X X  X	

**SKB** Stichting  
Kennisoverdracht  
Bouwfysica

Post HBO Bouwfysica



TECHNIEK  
EN MANAGEMENT