

Opleidingsbeschrijving
Post HBO opleiding Bouwfysica

Omschrijving leerstof en leerdoelen

Post HBO Bouwfysica

De Post HBO bouwfysica is een opleiding van Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica uitgevoerd door PAO Techniek en Management (PAOTM)

Contact en adresgegevens PAO Techniek en Management

Bezoekadres

De Bouwcampus, Van der Burghweg 1, 2628 CS Delft

Postadres

Postbus 5048, 2600 GA Delft

Telefoon

015 2784618

Email

info@paotm.nl

Website

www.paotm.nl

Voorwoord

Dit document biedt een omschrijving van de leerstof en de leerdoelen van de Post Hoger Beroepsopleiding Bouwfysica. In het eerste hoofdstuk vindt u een beschrijving voor de gehele opleiding. Vervolgens is per vak een omschrijving gegeven van de leerstof en de leerdoelen. Daarbij vindt u ook gegevens over de studiebelasting en de zwaarte van het vak bij de beoordeling van het examen.

Studiemateriaal voor de opleiding wordt digitaal beschikbaar gesteld via de website www.klimapedia.nl en de digitale leeromgeving van PAOTM. De boekenlijst omschrijft interessante naslagwerken, dit betreffen geen verplicht aan te schaffen documenten.

Ir. A.G.J. Vervoort
Studiecoördinator SKB – PHBO Bouwfysica

PHBO Bouwfysica, algemeen

Algemene doelstelling PHBO

De Post Hoger Beroepsopleiding Bouwfysica is opgezet om de bouwfysische kennis te verbreden en verdiepen van degenen die werkzaam zijn in het midden- of hoger kader van architecten- en ingenieursbureaus, bouwbedrijven en overheidsdiensten.

Afgeleide doelstellingen

De Post HBO opleiding Bouwfysica beoogt bij de deelnemer:

- de bouwfysische kennis van de deelnemer in theoretische zin te bevorderen;
- een brede en integrale aanpak van bouwfysische problemen te ontwikkelen;
- het inzicht in de aanpak van bouwfysische vraagstukken in de bouwpraktijk te vergroten;
- kennis van onderzoeksmethoden en hulpmiddelen bij bouwfysisch onderzoek over te dragen.

Onderwerpen

In de opleiding komt een breed spectrum van de bouwfysica aan bod. De opleiding bestrijkt thema's als geluid, brand, warmte, vocht, licht, wind, bezonning, comfort en duurzaamheid. Maar de opleiding is niet alleen gericht op bouwfysische theorie. Vanuit de doelstelling om met bouwfysisch onderzoek een antwoord te kunnen bieden op problemen in de bouwpraktijk, wordt er nu veel aandacht besteed aan de toepassing van de bouwfysische theorie in de praktijk van advisering en onderzoek. Om die reden worden ook onderwerpen behandeld als energieprestatie, bouwfysisch detailleren, Mollier-diagram, duurzame klimaatinstallaties, klimaat en gezondheid. De opleiding wordt dan ook verzorgd door docenten met veel praktijkervaring in de advies- en onderzoekswereld.

Duur en omvang

De duur van de studie is ruim een jaar.

1x per week, behoudens "school"vakanties worden lesbijeenkomsten gehouden.

Studiebelasting

In het totaal worden circa 160 contact uren aangeboden.

De totale studiebelasting, inclusief contact uren, bedraagt 400 studie-uren

Toelatingseisen

De opleiding staat open voor HTO'ers bouwkunde, natuurkunde of werktuigbouwkunde dan wel voor degenen die een vergelijkbaar en aantoonbaar kennisniveau hebben op basis van hun werkervaring.

Tentamens en examens

De toetsing en voorwaarden voor het behalen van het diploma zijn vastgelegd in het examenreglement. Het examenreglement is leidend.

De onderwezen vakken worden per vak afgesloten met tentamens.

Aan het einde van de cursus wordt de integrale kennis getoetst aan de hand van een slotproject.

Gaswetten & Mollier-diagram

Aantal lesuren	6
Studiebelasting in uren	15

Leerstof

1. (Ideale) Gaswet & warmteleer
2. Opbouw van het h-x diagram voor vochtige lucht
3. Luchtbehandelingsprocessen.

Leerdoelen

1. Ideale gaswet & warmteleer.

De student kent de volgende wetten en begrippen:

- De formuleringen van de ideale gaswet, in molen, dichtheid en massa.
- De wet Dalton voor mengsel van gassen.
- Molmassa, ideale gasconstante, soortelijke warmte van gassen, partiële dampdruk, de verdampingsenthalpie, verzadigde dampdruk van water en de relatieve vochtigheid.
- De begrippen 'voelbare' en 'latente' warmte.
- De relatie tussen: de temperatuur en de kinetische energie van moleculen, de druk en de impuls van moleculen.

De student kan:

- m.b.v. de wetten berekenen uitvoeren met mengsel van gassen
- het verdampingsproces van water kwalitatief beschrijven in termen van molecuultransport tussen vloeibaar en dampfase.

2. Opbouw van het h-x diagram voor vochtige lucht

De student kent het principe en de beperkingen van het h-x diagram voor constante druk.

De student kent de volgende grootheden en kan deze aflezen in het h-x diagram:

- specifieke enthalpie (h);
- vochtgehalte(x);
- droge bol temperatuur (t) en natte bol temperatuur (t_n);
- dauwpuntstemperatuur (t_d)
- waterdampdruk (p_d) en verzadigde waterdampdruk(p_{ds})
- relatieve vochtigheid (ϕ of RV in %);
- verzadigingsvochtgehalte (x_s)
- de dichtheid van het lucht/damp mengsel.

De student kan:

- het quotiënt dh/dx gebruiken voor gecombineerde processen van warmte en vocht toe- en afvoer;
- een energie- en vochtbalans opzetten en hiermee exacte berekening uitvoeren;
- de mengcondities van twee stromen berekenen;
- met behulp van de diagram op grafische wijze:
 - de condities van mengsel van twee luchtstromen bepalen;
 - de samengestelde luchtcondities bepalen m.b.v. dh/dx .

3. Luchtbehandelingsprocessen

De student kent de luchtbehandelingsprocessen voor:

- verwarmen;
- koelen (droog);
- koelen & ontvochtigen;
- bevochtigen: adiabatisch of met stoom;
- recirculatie & mengen.

De student kent de begrippen “Bypass-factor” en “bevochtigingsrendement” en kan deze toepassen bij de betreffende processen.

De student kan grafisch m.b.v. h-x eenvoudige luchtbehandelingprocessen doorrekenen.

De student kan de afwijkingen t.o.v. de ‘ideale’ processen berekenen m.b.v. de enthalpie en/of vochtbalans.

▪

Leerstof en leerdoelen in kort bestek

Gaswetten & Mollierdiagram

Onderdeel	Weten	Inzien	Toe- passen	Integreren
Het watergehalte van vochtige lucht	X		X	X
Absolute en relatieve luchtvochtigheid	X		X	X
De specifieke enthalpie van vochtige lucht	X		X	X
Het h,x-diagram voor vochtige lucht	X		X	X
De opbouw van het diagram	X		X	X
Droge en natte boltemperatuur	X		X	X
Bepaling van ruimtecondities	X		X	X
Toestandsverandering weergegeven in het h,x-diagram	X		X	X
Mengen	X		X	X
Verwarming	X		X	X
Koeling en ontvochtiging	X		X	X
Bevochtiging door verdamping van water	X		X	X
Luchtbehandelingen: Bevochtigingen door stoominspuiting				X
Gecombineerd proces van warmte- en waterdamptoevoer				X

Duurzame klimaat installaties

Aantal lesuren	12
Studiebelasting in uren	32

Leerstof

Comfortinstallaties zoals beschouwd in deze cursus hebben tot doel het comfortabel verblijf van mensen in gebouwen op een duurzame manier mogelijk te maken. Uitgaande van de comfortparameters voor de thermische behaaglijkheid van mensen in relatie tot de uit te voeren taken, worden verschillende principes voor het realiseren van een thermisch binnenklimaat behandeld.

Onderwerpen:

1. verwarmingsinstallaties;
2. ventilatie-installaties;
3. koelinstallaties;
4. leidingsystemen.

Leerdoelen

Doel van dit onderdeel van de opleiding is om de student vertrouwd te maken met de meest gangbare installatieonderdelen, te verdelen in centrale apparatuur, distributiestructuur en eindapparaten. De student dient inzicht te verkrijgen in de principes en mogelijkheden voor het klimatiseren van gebouwen, gebaseerd op de Nederlandse praktijk.

De student kent de basiseigenschappen van:

- warmteafgiftesystemen;
- distributiesystemen (lucht, water);
- ketels, warmtepompen, koelmachines.

De student kan m.b.v. het opgebouwde overzicht een beargumenteerde keuze maken voor een installatieconcept. Bij de keuze worden onder andere de volgende zaken meegewogen:

- comfort;
- distributiewijze;
- energieverbruik.

Met name voor de eindapparaten moet het inzicht zover ontwikkeld worden dat voor gestileerde randvoorwaarden een onderbouwde keuze gemaakt kan worden uit een aantal toepassingen.

Daarnaast is het de bedoeling dat de student leert om de principes van ontwerpberekeningen toe te passen op eenvoudige ontwerpsituaties.

-

Leerstof en leerdoelen in kort bestek

Comfortinstallaties				
Onderdeel	Weten	Inzien	Toepassen	Integreren
Inleiding:				
De plaats van de installatietechnieken	X			
Stationair en dynamisch gedrag van gebouwen		X		
Temperatuur-overschrijdingsberekeningen			X	
Installatiecomponenten	X			
Ruimtelijke consequenties	X			
Verwarmingsinstallaties:				
Warmteverliesberekeningen (transmissieberekeningen)			X	
Warmte-opwekking	X			
▪ Ketels	X			
▪ Stadsverwarming	X			
▪ Warmte- en krachtinstallaties		X		
▪ Warmtepompen		X		
▪ Zonneboilers		X		
Warmtedistributie	X			
▪ Leidingen	X			
▪ Isolatie		X		
Warmteafgifte		X		
▪ Radiatoren		X		
▪ Convectoren		X		
▪ Stralers		X		
▪ Wand- en vloerverwarming			X	
▪ Luchtverwarming		X		
▪ Warmte terugwinning (warmtewiel + twincoil)				
Ventilatie-installaties:				
Luchtkwaliteitscriteria			X	
Luchtbehandelingskasten	X			
▪ Ventilatoren	X			
▪ Geluiddempers			X	
▪ Filters			X	
▪ Bevochtigers			X	
▪ Batterijen		X		
Luchtdistributie	X			
▪ Kanalen	X			
▪ Dempers	X			
▪ Kleppen	X			
Eindapparaten		X		
▪ Roosters		X		
▪ Heaters	X			
▪ Verdringingsventilatie		X		
Koelinstallaties:				
	Weten	Inzien	Toepassen	Integreren

Koellastberekeningen		X		
Koude-opwekking	X			
▪ Koelmachines	X			
▪ Absorptiekoeling	X			
▪ Ontvochting			X	
▪ Koude-opslag	X			
Koude-distributie	X			
▪ Leidingen	X			
▪ Isolatie	X			
Eindapparaten		X		
▪ Koelplafonds		X		
▪ Koelconvectoren		X		
Bijzondere onderwerpen:	Weten	Inzien	Toepassen	Integreren
Integratie installaties en gebouwoontwerp (consequenties systeemkeuze t.a.v. EPN)		X		
Het lezen van installatietekeningen			X	
Regelinstallaties	X			

Bouwbesluit

Aantal lesuren	3
Studiebelasting in uren	6

Leerstof

Bij de verschillende bouwfysica-vakken is kennis van dit onderwerp nodig. Bouwregelgeving wordt daarom in het begin van de cursus behandeld. Hierbij wordt ingegaan op de plaats die Bouwbesluit inneemt binnen de bouwregelgeving en wordt Bouwbesluit voornamelijk vanuit de technische invalshoek behandeld. Ook de juridische aspecten die van belang zijn om de systematiek van Bouwbesluit te begrijpen komen aan bod.

Aandacht wordt besteed aan het op een correcte wijze interpreteren van de voorschriften van Bouwbesluit, als basis voor het kunnen toepassen daarvan bij de bouwfysica-vakken.

In dit deel van de cursus wordt behandeld:

- de plaats van Bouwbesluit;
- het omgaan met Bouwbesluit;
- hoe omgaan met renovatie, rechtens verkregen niveau, functiewijziging, gelijkwaardigheid;
- toepassen van Bouwbesluit in algemene zin en in relatie tot specifieke bouwfysische onderwerpen.
- Dit vak wordt niet apart getentamineerd.

Leerdoelen

De cursisten moeten:

- globaal weten welke plaats Bouwbesluit inneemt ten opzichte van andere voorschriften;
- de inhoudelijke nieuwbouwvoorschriften van Bouwbesluit kunnen lezen en correct kunnen interpreteren;
- kunnen bepalen welke NEN-normen, NEN-EN normen of delen daarvan in het kader van Bouwbesluit van toepassing zijn;
- weten hoe te werk moet worden gegaan om tot het oordeel te komen of een oplossing als een 'gelijkwaardige oplossing' mag worden beschouwd;
- globaal weten hoe bij verbouw, tijdelijke bouw, bestaande bouw en functiewijziging met Bouwbesluit moet worden omgegaan;
- de betekenis van kwaliteitsverklaringen en CE-markeringen kennen;

▪

Leerstof en leerdoelen in kort bestek

Bouwbesluit				
Onderdeel	Weten	Inzien	Toepassen	Integreren
Plaats van het Bouwbesluit in relatie tot Woningwet en andere wetten en besluiten	X			
Documenten die deel uitmaken van het Bouwbesluit		X		
Opbouw en toepassingsgebied van het Bouwbesluit			X	
Uitgangspunten van het Bouwbesluit		X		
Werken met de aansturingstabellen	X			
Toepassing voorschriften verbouw en tijdelijke bouw	X			
Systematiek prestatie-eis			X	
Belangrijke begrippen		X		
Bouwfysische oplossingen	X		X	X
Gelijkwaardige oplossingen	X		X	
CE-markeringen		X		

Brandveiligheid

Aantal lesuren Brand 1	15
Aantal lesuren Brand 2	12
Studiebelasting in uren	70

Leerstof

De module brandveiligheid bestaat uit 2 delen. In 'Brand 1' staan de fysische aspecten centraal en in het 'Brand 2' de regelgeving.

Brand 1

In Brand 1 wordt ingegaan op de fysische verschijnselen van brand aan de hand van theorie en voorbeelden van de ontwikkeling van brand. Ook modellen van de ontwikkeling van brand zullen worden gepresenteerd en het effect van installaties op de brandontwikkeling en het vluchten. Het belangrijkste deel van het college wordt aan het brandveilig bouwen besteed. Via een korte inleiding over de bouwregelgeving wordt ingegaan op de eisen aan, bepalingmethoden voor, en het werkelijke gedrag van materialen, scheidingsconstructies en draagconstructies.

In Brand 1 komen de volgende onderwerpen aan bod:

- regelgeving;
- materiaalgedrag;
- brandklasse bepalingen;
- brandoverslag en branddoorslag;
- scheidingsconstructies;
- brandwerendheid bepalingen;
- brandwerendheid m.b.t. bezwijken;
- bepalingmethoden voor de hoofddraagconstructie;
 - staal;
 - beton;
 - staal-beton;
 - hout;
- fire safety engineering;
- vluchten en installaties;
- ontwerptools.

Brand 2

Brand 2 behandelt de regelgeving voor het bouwen en installeren. In deze module worden de volgende onderwerpen behandeld:

- de brandveiligheidsfilosofie;
- de uitgangspunten voor brandveiligheid;
- de veiligheidsketen;
- de begrippen uit het Bouwbesluit in relatie tot brandveiligheid;
- de relatie tussen de Woningwet, de Brandweerwet, de Wet Milieubeheer en de Arbowet;
- de daaruit afgeleide regelgeving, zoals Bouwverordening, Brandbeveiligingsverordening, AMvB Milieubeheer en het Arbobesluit.

Vanwege het accent op de regelgeving is er een belangrijke relatie tussen de module Brand 2 en de module Bouwbesluit.

Leerdoelen

Brand 1

De student kent na afloop:

- de opbouw van de brandveiligheidsvoorschriften;
- de functionele eisen voor brandveilig ontwerpen;
- het verschil tussen functionele eisen, prestatie eisen, en prescriptieve voorschriften;
- het begrip gelijkwaardigheid;
- het begrip WBDBO;
- het effect van installaties op de brandontwikkeling in grote ruimten;
- het verschil tussen ‘ reaction to fire’ en ‘ resistance to fire’;
- de beoordelingsmethoden voor classificatie van brandgedrag van materialen;
- de details die bepalend zijn voor de classificatie van brandgedrag van materialen;
- Beoordelingsmethoden voor brandwerendheid van constructies
- de details die bepalend zijn voor de brandwerendheid van constructies;
- enkele gelijkwaardige beoordelingsmethoden van de brandveiligheid;

Daarnaast moet de student in staat zijn:

- een inschatting te maken van de brandwerendheid van scheidende constructies;
- een berekening te maken van brandwerendheid m.b.t. bezwijken van houtconstructies, staalconstructies, staalbetonconstructies en betonconstructies.

Brand 2

De student moet hierna in staat zijn in een casus een (ontwerp) gebouw te toetsen op zijn brandveiligheid en aanpassingen in het ontwerp kunnen voorstellen. Tevens moet de student een aanzet kunnen geven tot het ontwikkelen van een gelijkwaardige oplossing die gebaseerd is op het Bouwbesluit.

▪

Leerstof en leerdoelen in kort bestek

Brandveiligheid				
Onderdeel	Weten	Inzien	Toepassen	Integreren
Het gedrag van brand:				
Inzichten en brandveilig ontwerpen van een gebouw	X			
Het brandproces	X			
De ontwikkeling van brand in gebouwen		X		
Uitgangspunten Brandveiligheid:	Weten	Inzien	Toepassen	Integreren
Uitgangspunten van de overheid		X		
Doelstellingen van de brandbeveiliging		X		
Aspecten van brandbeveiliging in de regelgeving			X	
Definities en overige begrippen	X			
Regelgeving op het gebied van brandbeveiliging:	Weten	Inzien	Toepassen	Integreren
Overzicht van relevante regelgeving	X			

Samenhang van wettelijke regelingen, normen e.d.		X		
Relatie tussen aspecten van brandbeveiliging en wettelijke regelingen, normen e.d.		X		
Onderdeel Toepassen van de regelgeving, normen e.d.	Weten	Inzien	Toepassen	Integreren
Bouwbesluit; structuur en definities			X	
Het gelijkwaardigheidprincipe		X		
Enkele, veel voorkomende voorbeelden van de toepassing van het gelijkwaardigheidprincipe			X	
Gebruik van Bouwbesluit en modelbouwverordening bij het ontwerpen op hoofdlijnen van te bouwen utiliteitsbouwwerken			X	
Gebruik van Bouwbesluit en modelbouwverordening bij het ontwerpen op hoofdlijnen van te bouwen woningen en woongebouwen			X	
Gebruik van overige regelgeving op hoofdlijnen bij het ontwerpen van te bouwen gebouwen		X		
Uitgangspunten voor verbouwing en renovatie		X		
Realiseren van de brandveiligheidseisen:	Weten	Inzien	Toepassen	Integreren
Uitvoering van brandveiligheidseisen op hoofdlijnen aan de hand van beproevingsnormen		X		
Realiseren in de praktijk van: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Voldoende brandwerendheid, met name bij (hoofd)draagconstructies, verlaagde plafonds, deur- en luikconstructies, schachten, kanalen en doorvoeringen ▪ Voldoende rookwerendheid, met name bij deur- en luikconstructies en doorvoeringen ▪ Beperkte brandvoortplanting (met name in vluchtwegen) ▪ Beperkte rookproductie (met name in vluchtwegen); ▪ Vluchtmogelijkheden in specifieke gevallen 		X		
Aandachtspunten bij het brandveilig ontwerpen van specifieke constructieonderdelen zoals gevels, daken en veiligheidstrappenhuizen		X		
Aandachtspunten bij het gebruik van specifieke materialen (beton, staal, hout, glas en isolatiematerialen)			X	
Relaties op hoofdlijnen tussen brandbeveiligingsinstallaties en bouwtechnische voorzieningen		X		

Uitvoering van installaties op hoofdlijnen (melding, alarmering, blussing, rookventilatie en nood- en transparantverlichting)		X		
Voorbeelden van oplossingen voor enkele veel voorkomende knelpunten bij de brandbeveiliging			X	
Consequenties van brandveiligheidseisen in diverse ontwerpstadia	Weten	Inzien	Toepassen	Integreren
Belang van brandbeveiligingsaspecten in de verschillende stadia van het ontwerpproces			X	
Brandbeveiligingsaspecten die vooral van belang zijn voor de begroting en de ontwerptijd			X	

Geluid

Aantal lesuren Geluid 1	18
Aantal lesuren Geluid 2	15
Studiebelasting in uren	80

Leerstof

De module bestaat uit twee delen. Geluid 1 richt zich op de fysische theorie en Geluid 2 op de praktische toepassing van de theorie in de bouwpraktijk.

Geluid 1

Bij het behandelen van de grondbeginselen en de basisbegrippen, wordt de nodige aandacht besteed aan het rekenen met decibels. Onderwerpen als geluiddruk(niveau), vermogen(niveau), oorgevoeligheid, frequentie(banden) zullen, ondersteund door geluiddemo's, uitvoerig aan de orde komen.

In het onderdeel *geluidabsorptie* zullen naast de nodige definities, onderwerpen als 'typen absorberende materialen' en 'meetmethoden ter bepaling van de absorptie- of reflectiecoëfficiënt in situ of laboratorium' worden behandeld. Ook het voorspellen van nagalmtijden en geluidrukniveaus in ruimten zal in dit onderdeel aan de orde komen.

Het verschil tussen lucht- en contactgeluid zal worden behandeld in het onderdeel *geluidisolatie*. Hierbij vormt het rekenen aan samengestelde constructies en het voorspellen van de luchtgeluidisolatie van homogene en dubbelwandige constructies een belangrijk onderdeel. Lastige begrippen als massawet, coincidentie en massa-veer-systemen zullen inzichtelijk worden gemaakt.

Wat betreft het onderdeel *zaalakoestiek* zal een aantal grondregels worden besproken, waarbij ook het gebruik van elektroakoestische installaties aan de orde zal komen. Subjectieve begrippen als luidheid, galm en helderheid zullen worden gekoppeld aan objectieve parameters en worden vertaald naar ruimtevorm en materiaalgebruik. Spraakverstaanbaarheid speelt de laatste tijd een steeds grotere rol bij het formuleren van eisen binnen een bouwkundig project. Daarom zal hieraan extra aandacht worden besteed, zowel aan het meten als het berekenen ervan. Natuurlijk zal het een en ander worden ondersteund door geluiddemo's. Meet- en rekensoftware betreffende ruimteakoestiek en spraakverstaanbaarheid zal worden behandeld en ter plaatse gedemonstreerd.

Geluid 2

Geluid 2 behandelt de praktische toepassingen van de theorie in de bouwpraktijk, de zogenaamde "Bouwakoestiek". Naast rekenmethodieken volgens handleidingen en normbladen zoals de NEN 5077 worden ook praktijksituaties besproken en toegelicht aan de hand van rekenvoorbeelden. Uitgangspunt voor de berekeningen is Bouwbesluit 2012.

Behandeld wordt het wettelijke kader en de eisen zoals die in het Bouwbesluit zijn opgenomen en wat dit betekent voor de woningbouw. Praktijkvoorbeelden van constructies voor zowel nieuwbouw als renovatie worden besproken, mede aan de hand van praktijkrichtlijnen en SBR-publicaties.

Bij de bouwakoestiek in utiliteitsgebouwen komt de beheersing van de interne geluidniveaus, de ruimteakoestiek, nagalmbeheersing, de spraakverstaanbaarheid en de geluidisolatie tussen verschillende ruimten aan bod.

De rekenmethode om de geluidbelasting op gevels door wegverkeerlawaaai te bepalen wordt besproken. Bij de geluidwering van de gebouwomhulling wordt middels voorbeeldberekeningen inzicht gegeven in de verschillende geluidbronnen, de geluidbelastingen, de eisen en voorzieningen. Normstelling en geluidemissie bij Horecagelegenheden wordt eveneens behandeld. Tevens wordt aandacht besteed aan de akoestische aspecten bij technische installaties voor zowel de problematiek binnen gebouwen, als wel de geluidemissie naar de omgeving. Voor nieuwe woningen en scholen geldt in Bouwbesluit 2012 een eis aan het binnengeluidniveau ten gevolge van de eigen installaties, wat dit betekent zal besproken worden.

Onderwerpen Geluid 2:

- wettelijk kader, Bouwbesluit en Woningbouw;
 - Wet Geluidhinder, Wet Milieubeheer, Woningwet, Arbowet, APV;
 - eisen Bouwbesluit, NEN en NPR, eengetalsgrootheden, bepalingmethoden;
- bouwakoestiek in utiliteitsgebouwen;
 - beheersing geluidniveaus in ruimten;
 - spraakverstaanbaarheid;
 - geluidisolatie;
 - streefwaarden per soort ruimte;
 - speech privacy “Het nieuwe werken”
- interne geluidisolatie utiliteitsgebouwen;
 - bepaling akoestische prestaties op productniveau;
 - te hanteren geluidswaarden;
 - invloedsfactoren geluidsisolatie wanden;
 - invloedsfactoren overlansisolatie verlaagd plafond;
 - verificatie deelgeluidisolatie;
- karakteristieke geluidwering uitwendige scheidingsconstructie;
 - eisen Bouwbesluit;
 - geluidbelasting wegverkeer, railverkeer; industrielawaai, vliegtuiglawaai;
 - bepalingmethode geluidwering gevel;
 - rekenvoorbeeld $G_{A,k}$;
- installatie-akoestiek;
 - regelgeving Bouwbesluit;
 - overige regelgeving;
 - luchtbehandelingssystemen;
 - berekeningen, overspraak via kanalen, geluidniveaus in de ruimte
- horeca lawaai;
 - Eisen en normen;
 - Berekeningen.

Leerdoelen

Geluid 1

Aan het eind van deze module kent/kan de student:

- de belangrijkste grondbeginselen en basisbegrippen;
- rekenen met decibellen;
- rekenen aan de geluidisolatie van samengestelde constructies;
- een voorspelling geven van de luchtgeluidisolatie van homogene en dubbelwandige constructies;
- de mogelijkheden van meet- en rekensoftware betreffende ruimteakoestiek en spraakverstaanbaarheid.

Geluid 2

Aan het eind van deze module weet de student:

- welke onderwerpen een rol spelen bij de praktische bouwakoestiek, zowel in de woningbouw als in de utiliteitsbouw;
- welke regelgeving dienaangaande een rol speelt;
- met welke voorzieningen aan de eisen kan worden voldaan en waar die gegevens te vinden zijn;
- hoe een karakteristieke geluidwering van een gevel moet worden berekend;
- hoe de muziekgeluidemissie van bijv. horecagelegenheden moet worden berekend, wat de eisen zijn en wat de rol van voorzieningen daarbij is;
- welke akoestische aspecten bij installaties in gebouwen en naar de omgeving een rol spelen en welke eisen daarbij gelden;
- welke factoren een rol spelen bij de overlansgeluidisolatie;
- hoe de parameters R, DnT en LnT bepaald worden;

- het verschil tussen Dnt,A en karakteristieke Dnt,A,k;
- de parameters die bij speechprivacy een rol spelen;
- het verschil tussen isolatie en deelisolatie.

▪

Leerstof en leerdoelen in kort bestek

Geluid 1				
Onderdeel Algemeen	Weten	Inzien	Toepassen	Integreren
Begrippen, grootheden en definities: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Voortplantingssnelheid versus deeltjessnelheid ▪ Golftypen ▪ Geluiddruk en geluiddrukkniveau 		X X	X	
Rekenen met dB's: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Logaritmisch rekenen (basisformules) ▪ Energetisch optellen en aftrekken ▪ Fasegetrouw optellen (antigeluid) ▪ Vuistregels 		X		X X X
Geluidintensiteit en geluidvermogen			X	
Geluid uitbreiding: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Puntbronnen ▪ Lijnbronnen ▪ Richtwerking 				X X X
Frequentie: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Zuivere tonen ▪ Ruisachtige signalen ▪ Frequentiebanden (terts en octaaf) ▪ Filters 	X	X X	X	
Gehoor en geluidbeleving: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Werking van oor tot oor ▪ Isofonen ▪ A-weging en geluidsniveau ▪ Geluidhinder (Noise rating) ▪ Equivalent geluids(druk)niveau 	X X		X	X X
Onderdeel Geluidabsorptie	Weten	Inzien	Toepassen	Integreren
Geluidabsorptie: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Absorptiecoëfficiënt ▪ Nagalmtijd 				X X
Meetmethoden voor absorptiecoëfficiënt: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Nagalmmethode ▪ Interferometermethode 		X	X	
Typen absorberende materialen: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Paneelresonatoren ▪ Geperforeerde panelen en Helmholtz- 	X X			

Geluid 2				
Onderdeel	Weten	Inzien	Toepassen	Integreren
Toepassingen Geluid:				
Eisen Bouwbesluit	X			
Metten en berekenen ééngetalswaarden $D_{nT,A}$ en $L_{nT,A}$ volgens NEN 5077			X	X
Uitvoeringsdetails NPR 5070 en uitvoeringsfouten bij woningbouw			X X	
Ruimteakoestiek utiliteit: -kantoren -atria -collegezalen -open kantoren (Het Nieuwe Werken) -frisse scholen				X
Geluidisolatie: Theorie versus praktijk <ul style="list-style-type: none"> ▪ coïncidentie ▪ spouwresonantie ▪ lekken ▪ samengestelde constructies 			X	
Geluidisolatie wanden: -deelgeluidisolaties -afpelproef -bestekseisen			X	
Geluidhinderbeleving omgevingslawaai	X			
Rekenmethode geluidbelasting wegverkeer			X	
Wet geluidhinder: -voorkeursgrenswaarde -maximale ontheffingswaarde	X			
Eengetalswaarden geluidbelasting L_{etmaal} , L_{den}			X	
Installatieakoestiek: normstelling en streefwaarden	X			
Berekenen geluidniveaus in een ruimte op basis van het installatieontwerp			X	
Horeca: - normstelling horeca - geluidemissieberekening horeca - overdrachtsmeting			X	

Klimaat & gezondheid

Aantal lesuren	9
Studiebelasting in uren	20

Leerstof

De module Klimaat en gezondheid gaat in op het binnenmilieu in gebouwen. Vanuit het oogpunt van energiezuinigheid en het welbevinden van mensen in de gebouwde omgeving worden het thermisch binnenklimaat en de binnenluchtkwaliteit in gebouwen behandeld, vooral in relatie tot de ventilatie van het gebouw.

Het binnenmilieu is een belangrijke factor die het welzijn van een mens in de gebouwde omgeving bepaalt en bestaat uit een complex geheel van parameters. Op deze invloedsfactoren wordt uitgebreid ingegaan.

Het thermisch binnenklimaat is wellicht de meest in het oog springende invloedsfactor en veelal bepalend hoe men het verblijf in het gebouw ervaart. Er wordt uitgebreid ingegaan op wat het thermisch binnenklimaat inhoudt. Wat is thermisch comfort en hoe kan men dit beoordelen? Welke richtlijnen en eisen gelden er en hoe kan men dit thermisch binnenklimaat optimaliseren, vooral in relatie tot het ventilatiesysteem dat toegepast wordt?

De ventilatie is voor de regulering van het binnenmilieu namelijk van zeer groot belang. Ze is van invloed op zowel thermisch comfort als op de luchtkwaliteit. De mate van ventilatie is ook van invloed op het energiegebruik. De keuze van ventilatiesystemen voor energie-efficiënte woningen zal zorgvuldig moeten worden afgestemd op de bouwkundige eigenschappen en randvoorwaarden van de woning en het daadwerkelijk gebruik. De uiteindelijke doelstelling is om een zo goed mogelijk binnenmilieu te creëren, zowel qua thermisch comfort als qua luchtkwaliteit, tegen zo gering mogelijk energiegebruik. Er wordt uitgebreid ingegaan op de werking van huidige en nieuwe systemen.

Er zal worden gerekend aan de ventilatiebalans voor een woning, het verband tussen de gewenste binnenluchtkwaliteit en de effectiviteit van de ventilatie, het energiegebruik dat dit met zich meebrengt en de randvoorwaarden voor plaatsing van toe- en afvoeropeningen.

In de module wordt tevens ingegaan op mogelijke problemen met betrekking tot het binnenmilieu en de oorzaken die hier verband mee houden.

Aan de orde komen:

- de binnenmilieuparameters die mede de gebruikskwaliteit van gebouwen bepalen;
- wat thermisch comfort is en hoe dit kan worden beoordeeld;
- de basisbegrippen en principes van ventilatie;
- ventilatie in relatie tot de bouwregelgeving, binnenmilieu en energiezuinigheid;
- de meetmethoden voor ventilatie;
- trends en ontwikkelingen op het gebied van (energiezuinige) ventilatieconcepten.
- nieuwe inzichten t.a.v. relatie binnenmilieu – gezondheid n.a.v. recent wetenschappelijk onderzoek.
- factoren (anders dan ventilatie) die de binnenluchtkwaliteit in gebouwen bepalen.
- invloed van binnenmilieu op productiviteit en ziekteverzuim.
- aandachtspunten bij binnenmilieu-onderzoek in probleemgebouwen.

Leerdoelen

Aan het einde van de lessen weet de student:

- welke parameters invloed hebben op het binnenmilieu in gebouwen;
- welke soorten stoffen er in het binnenmilieu kunnen voorkomen;
- wat de toetsingmethoden bij de beoordeling van het binnenmilieu zijn;
- specifiek wat thermisch comfort is en hoe men dit kan beoordelen;
- welke aandachtspunten er zijn bij het onderzoeken van gebouwen met binnenmilieuproblemen;
- onderscheid te maken in ventilatie, infiltratie en spuien;
- de basisprincipes van natuurlijke en mechanische ventilatie te benoemen;
- de begrippen en kengetallen ten aanzien van ventilatiesystemen;
- de trends en ontwikkelingen in woningventilatiesystemen met hun aandachtspunten;
- het spanningsveld tussen binnenmilieu, comfort en energieverbruik te vertalen in een ventilatiestrategie;
- de functionele en prestatie-eisen in het Bouwbesluit te interpreteren en toe te passen in een ontwerp voor woningventilatie;
- NEN1087 toe te passen;
- het opstellen van een ventilatiebalans;
- de relatie tussen ventilatie en energieverbruik en hoe het energieverbruik kan worden geminimaliseerd;
- meetmethoden voor ventilatie te benoemen;

•

Belangrijke normen en richtlijnen

- NEN-ISO 7730: NEN-EN-ISO 7730, Gematigde thermische binnencondities. Bepaling van de voorwaarden voor thermische behaaglijkheid.
- NEN 1087 'Ventilatie van gebouwen Bepalingsmethoden voor nieuwbouw'
- SWK Garantie- en waarborgregeling 2014; Garantiesupplement - MODULE II L
- NPR 1088 'Ventilatie van woningen en woongebouwen. Aanwijzingen voor en voorbeelden van de uitvoering van ventilatievoorzieningen'
- NEN 2686 'Luchtdoorlatendheid van gebouwen Meetmethode'
- NEN 8087 'Ventilatie van gebouwen Bepalingsmethoden voor bestaande gebouwen'
- NEN 8088-1 'Bepalingsmethode voor de toevoerluchttemperatuur gecorrigeerde ventilatie- en infiltratieluchtvolumestromen voor energieprestatieberekeningen' (deel 2 over uitgangspunten voor de bepaling van de rekenparameters voor alternatieve ventilatiesystemen)
- NEN 7120 'Energieprestatie van gebouwen – Bepalingsmethode'

Leerstof en leerdoelen in kort bestek

Klimaat & Gezondheid				
Onderdeel:	Weten	Inzien	Toepassen	Integreren
Binnenluchtkwaliteit				
Mogelijke klachten in relatie tot de binnenluchtkwaliteit en een aantal belangrijke bronnen van binnenluchtverontreinigingen	X			
Berekenen concentratie van verontreiniging			X	
Wettelijke eisen, inzichten en richtlijnen, zoals: Bouwbesluit, ARBO-wet en MAC-waarden		X		
Thermisch binnenklimaat				
Relevante aspecten zoals: metabolisme, warmte-uitwisseling en warmtebalans	X			
Behaaglijkheidsmodellen		X		
Beoordelingsmethoden		X		
Ventilatie				
Begrippen ventileren, spuien, infiltratie	X			
Natuurlijke en mechanische ventilatie	X			
Soorten ventilatiesystemen	X			
Ontwerpaspecten	X			
Maken ventilatiebalans			X	
Berekening verdunningsfactor			X	
Berekening rendement WTW			X	
Binnenmilieu				
Binnenmilieuonderzoek in gebouwen				X
Relatie binnenmilieu – gebouw - gebruik – installatie (ventilatie)		X		

Tentamen

Duur 1,5 uur met open vragen die begrip en toepassing van de opgedane kennis vragen.

Het gebruik van het dictaat en handout is toegestaan. Overige informatiebronnen zijn niet toegestaan.

Let op: Indien nodig zijn bij het tentamen informatiebladen toegevoegd,

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 vochtinval 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 materiaalagen 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 schimmeligroei op constructies;
- voorgestelde constructies en details te beoordelen in thermische en hygrisch opzicht;

- een advies te geven in een specifieke situatie.

▪

Leerstof en leerdoelen in kort bestek

Warmte, vocht en luchttransport

Onderdeel	Weten	Inzien	Toepassen	Integreren
Warmtetransport door constructies				
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		
Damp in de lucht en dampdiffusie door constructies:			X	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ het begrip waterdamp in de lucht, relatieve en absolute vochtigheid, en het verband tussen de temperaturen; ▪ maximale en rel. dampspanning en condensatie als verschijnsel; ▪ bepalen van de hoeveelheid condensatie en ev. verdamping; ▪ dampdiffusie door scheidende constructies zonder als met temperatuurverschil; ▪ het vaststellen van ev. inwendige condensatie; de methode GLAS, en het 				

<p>toepassen van deze methode, volgens de DIN 4108, als volgens Nederlandse omstandigheden;</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ het kunnen variëren van een constructie ter vermijding van inwendige condensatie; ▪ het beoordelen van condensatierisico, afhankelijk van de vochtopnamecapaciteit van constructies. 				
Onderdeel	Weten	Inzien	Toepassen	Integreren
Water in en op bouwstoffen:		X		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Het gedrag van water in buisvormige en spleetcapillairen; ▪ Het vormgeven van detaillering van bouwaansluitingen om het effect van capillariteit te verminderen c.q. uit te sluiten; ▪ Winddruk op gevels als oorzaak van waterlekkage; ▪ Het beoordelen van constructies, eventueel met het effect van capillariteit 				
Koudebruggen soorten en vermijding:	Weten	Inzien	Toepassen	Integreren
<p>Koudebruggen naar soorten, hun positie in gebouwen en methoden ter vermijding, uitsluitend kwalitatief. Een-dimensionale koudebrugbepaling van metalen kozijnprofielen ook van kozijnprofielen met inwendige isolatie; kwantitatief. Voor eenvoudige gedefinieerde situaties</p>				
<p>Het op de hoogte zijn met koudebrug-rekenprogramma's, koudebrug-atlassen c.q. – catalogi en het kunnen hanteren van U-waarden daaruit.</p>		X		
<p>Het kunnen introduceren van U-waarden van koudebruggen in eenvoudige gedefinieerde gevallen (zie warmtetransport).</p>			X	
Warmte, vocht- en luchttransport:	Weten	Inzien	Toepassen	Integreren
<p>Basistheorie van capillair vochttransport. Aandachtspunten:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ theoretische achtergronden; ▪ kritisch watergehalte; ▪ waterabsorptie. 			X X X	
<p>Achtergronden van hygroscopisch vochtgehalte van materialen. Aandachtspunten:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ wet van Thompson; ▪ belang van hygroscopiciteit. 		X	X	
<p>Basistheorie van damptransport. Aandachtspunten:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ gaswetten; ▪ rekenen met dampdiffusieweerstanden; ▪ diffusieweerstand van samengestelde constructies; ▪ waterdampoverdrachtscoëfficiënt en 			X X X X	

luchtsnelheid.				
	Weten	Inzien	Toepassen	Integreren
<p>Twee- en driedimensionaal stationair en niet-stationair warmtetransport.</p> <p>Aandachtspunten:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ geleiding: wetten van Fourier; ▪ warmtetransport door straling; ▪ wetten van Planck, Wien; ▪ zwarte en grijze stralers; ▪ blikfactoren; ▪ warmte overdrachtscoëfficiënt voor straling; ▪ convectie (vrije en gedwongen c). 			<p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p>	
<p>Theorie van regendoorslag en inzichten belangrijkste bepalingen in de praktijk.</p> <p>Aandachtspunten:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ theoretische achtergronden; ▪ bouwkundige aspecten; ▪ praktijkvoorbeelden; ▪ onderzoek. 		<p>X</p> <p>X</p>	<p>X</p> <p>X</p>	
<p>Theorie van optrekkend vocht en inzichten belangrijkste bepalingen in de praktijk.</p> <p>Aandachtspunten:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ bouwkundige aspecten; ▪ onderzoek; ▪ praktijkvoorbeelden; ▪ maatregelen optrekkend vocht. 		<p>X</p>	<p>X</p> <p>X</p> <p>X</p>	
<p>Theorie van drukkend grondwater en inzichten belangrijkste bepalingen in de praktijk.</p> <p>Aandachtspunten:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ bouwkundige aspecten; ▪ maatregelen tegen drukkend grondwater; ▪ praktijkvoorbeelden. 		<p>X</p>	<p>X</p> <p>X</p>	
<p>Theorie van het drogen van constructies en inzichten belangrijkste bepalingen in de praktijk.</p> <p>Aandachtspunten:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ eerste en tweede droogfase; ▪ bouwkundige aspecten; ▪ praktijkvoorbeelden. 		<p>X</p>	<p>X</p> <p>X</p>	
<p>Theorie van de inwendige condensatie en inzichten belangrijkste bepalingen in de praktijk.</p> <p>Aandachtspunten:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ theorie van Glaser; ▪ invloed van luchttransport; ▪ inwendige condensatie in de praktijk; ▪ onderzoek; ▪ eisen afhankelijk van materiaaltoepassing; ▪ bouwkundige aspecten; ▪ inwendige condensatie en nachtelijke uitstraling; 		<p>X</p>	<p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p>	
	Weten	Inzien	Toepassen	Integreren

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

Stedenbouwfysica

Aantal lesuren incl. windtunnellen	12
Studiebelasting in uren	30

Leerstof

In de module 'Stedenbouwfysica' wordt aandacht gegeven aan windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving en aan bezonning en beschaduwning. Bij windhinder wordt kort ingegaan op de grenslaagmeteorologie, en uitgebreider op de stroming rond complexe gebouwen. Behandeld wordt wanneer aandacht voor het windklimaat nodig is. De normen en criteria voor windhinder en windgevaar worden onder meer aan de hand van de nieuwe norm NEN 8100 toegelicht. Maatregelen ter verbetering van het windklimaat door aanpassing van het gebouwontwerp en door aanvullende maatregelen in de omgeving worden behandeld. De theorie wordt in de praktijk getoetst middels metingen aan een maquette in een windtunnel.

Tevens krijgt het beoordelen van de bezonning en de beschaduwing aandacht.

De achtergrond en toepassing van "Computational Fluid Dynamics" (CFD) voor de bepaling van het windklimaat worden behandeld.

▪

Leerstof en leerdoelen in kort bestek

Stedenbouwfysica				
Onderdeel	Weten	Inzien	Toepassen	Integreren
Indeling/Kader:				
Buitenklimaat en ontwerp (schema)	X			X
Type advies in relatie tot ontwerpproces (schema)	X	X	X	X
Beoordeling windklimaat; windfactor (schema)	X	X	X	X

Basisprincipes Stromingsleer:

Impuls- en massabehoud	X	X	X	X
Principes van windtunnelschaling	X		(X)	(X)
Obstakelstromingen:	Weten	Inzien	Toepassen	Integreren
Loslating / recirculatie	X	X	X	(X)
Effect van het windprofiel	X	X	X	(X)

Kortsluitings- en overige interactie-effecten	X	X	X	(X)
Drukveld / invloedszone	X	X	X	(X)
De Wind:	Weten	Inzien	Toepassen	Integreren
Beschrijving turbulente grootheden	X			
Verticale wind-en turbulentieprofielen	X	X	X	
Windfactor – terreinbijdrage	X		X	
Windfactor – gebouwbijdrage	X		X	
Windklimaat	X			
Windstatistieken + beschurtingscorr. KNMI-stat.	X		X	
Windhinder- en windgevaarcriteria	X		X	
Herhalingstijd / extremen (optioneel)	X		X	
Nauwkeurigheid bepaling windfactor / beoordeling windklimaat	X	X		X
Varianten	X	(X)	X	
Laagbouw, windhinder	X		X	
Laagbouw, luchtkwaliteit	X		X	
Hoogbouw, windhinder	X		X	
	Weten	Inzien	Toepassen	Integreren
Hoogbouw, luchtkwaliteit	X		X	
Grenslaag / ontstaan	X	X	X	X

windhinder				
Beschikbare methoden	X			
WT onderzoek	X			
Windhindercriteria	X			
Maatregelen tegen windhinder	X	X	X	X
CFD	X	X		

Bouwfysisch detailleren

Aantal lesuren	9
Studiebelasting in uren	30

Leerstof

De kwaliteit van een bouwwerk wordt vastgelegd in details. De module 'Bouwtechnisch ontwerpen' gaat over alle aspecten die van belang zijn bij het ontwerpen van een detail.

In de module komen de volgende onderwerpen aan de orde:

- materialen;
- construeren;
- maatvoering;
- 3-dimensionaal ontwerpen;
- maakbaarheid in de uitvoering;
- eisen van het Bouwbesluit;
- bouwfysische aspecten.

Leerdoelen

De cursisten moeten:

- bewust zijn van het belang van de kwaliteit van het detail op het totale ontwerp
- kennis hebben van de actoren die de kwaliteit van een detail bepalen;
- kennis hebben van de wijze waarop de actoren een wederzijdse beïnvloeding hebben
- kennis hebben van de wijze waarop de details kunnen worden veranderd.
-

Leerstof en leerdoelen in kort bestek

Bouwtechnische ontwerpen					
Onderdeel		Weten	Inzien	Toepassen	Integreren
Materialen		x			x
Construeren		x			x
Maatvoering		x			x
3-dimensionaal ontwerpen		x			x
maakbaarheid in de uitvoering		x			x
eisen van het Bouwbesluit		x			x
bouwfysische aspecten		x			x

Energieprestatie

Aantal lesuren EPN	3
Studiebelasting in uren	6

Leerstof

De verschillende onderdelen van de EPN worden uitgebreid toegelicht, zoals:

- BENG-indicatoren
- het schematiseren van gebouwen;
- de bouwkundige aspecten;
- de installatietechnische aspecten.

Leerdoelen

- de cursist moet inzicht krijgen in de methode van de energieprestatieberekening;
- de cursist weet hoe de epc verlaagd kan worden conform de doelstellingen en uitgangspunten van de opdrachtgever.

-

Leerstof en leerdoelen in kort bestek

EnergiePrestatieNormering (EPN)				
Onderdeel	Weten	Inzien	Toepassen	Integreren
Schematiseren gebouwen (in Bouwbesluitbegrippen)	X		X	X
Definiëren en berekenen thermische schil	X		X	X
Bepaling luchtheid	X		X	X
Definiëren en verzamelen overige invoergegevens	X		X	X
Invoeren en berekenen EPW en EPU (w = woningbouw, u = utiliteitsbouw)	X		X	X
(Bouwkundige) Consequenties in de praktijk		X		X

De Integrale Bouwfysicus

In dit onderdeel wordt de samenhang tussen de verschillende vakgebieden in de bouwfysica besproken. Daarnaast is het belangrijk dat het werk van de bouwfysicus binnen de kaders van het bouwproces management - systeem van de bouwer of opdrachtgever wordt uitgevoerd. Het belang van informatie uitwisseling wordt steeds groter. De bouwfysicus zal ook zijn advies meer en meer moeten gaan implementeren in het ontwerp, daarmee worden fouten voorkomen. Dat vraagt een andere instelling en werkwijze, daar staat tegenover dat de bouwfysicus onderdeel wordt van het ontwerp- en uitvoeringsteam. De verwachte wet m.b.t. de kwaliteitsborging voor het bouwen zal deze trend versterken.

In het college worden concrete voorbeelden gegeven waar de bouwfysicus in de praktijk rekening mee moet houden. Succes factoren voor een goed project worden gedeeld.

Ook worden bredere dimensies van het werk aangegeven, het gaat niet alleen om het project, maar ook over de waarde dat een project heeft voor de gebruikers en omgeving. Belangrijk is dat de bouwfysicus leert samenwerken met andere disciplines. Dit college is een startcollege (introductie) om de breedte van het vak in te zien en de samenhang te tonen met het ontwerp- en bouwproces.

Er wordt geen toets afgenomen (het gaat om weten en inzien, integratie vindt plaats in de opdrachten van de andere vakken).

Leerstof

Integraal ontwerpen & bouwen

Leerdoelen

Leerdoelen: de breedte en samenhang van en in het vak van bouwfysicus leren inzien. Onderwerpen :

1. Invalshoeken - bouwtechnisch ontwerpen
2. Technisch integraal onderdeel bouwprocesmanagement
3. Relatie klantwaarde & werkvloer
4. Risicomanagement vanuit de techniek
5. Nieuwe ontwikkelingen

Leerstof en leerdoelen in kort bestek

Bouwbesluit				
Onderdeel	Weten	Inzien	Toepassen	Integreren
1. Invalshoeken Bouwtechnisch ontwerpen	X	X		
2. Technisch integraal onderdeel bouwprocesmanagement	X	X		
3. Relatie klantwaarde & werkvloer	X	X		
4. Risicomanagement vanuit de techniek	X	X		
5. Nieuwe ontwikkelingen	X	X		

Verlichtingskunde

Aantal lesuren incl. Etap	9
Studiebelasting in uren	25

Leerstof

In de module Verlichtingskunde komen de volgende onderwerpen aan de orde:

- fysiologie van het oog;
 - integratietijd;
 - kleurwaarneming (staafjes/kegeltjes);
 - verblinding;
 - lichtgevoeligheidscurven (lichtspectra);
- fysische grootheden en eenheden in de verlichtingskunde;
- invloed van licht op het psychisch en lichamelijk functioneren van de mens;
- berekening van de directe verlichtingssterkte;
 - inverse kwadratenwet;
 - hemelfactor en radiaaldiagram;
 - luminantie (lichtbronnen);
- berekening van de indirecte verlichtingssterkte;
 - algemene verlichtingsformule;
 - reflecties;
- functie en toepassing van daglicht in de praktijk;
 - normen en richtlijnen voor het gebruik van daglicht;
 - daglichtberekeningen;
 - beoordeling van daglichttoetreding in de praktijk;
 - voorkomen van hinderlijke of niet wenselijke situaties;
- functie en toepassing van kunstlicht in de praktijk;
 - functie, werking en gebruik van lamptypen;
 - armatuurkeuze en verlichtingsplan;
 - polair lichtsterktediagram;
 - berekeningen ten behoeve van het toepassen van kunstlicht;
 - het gebruik van software voor lichtberekeningen;
- kunstlichtregelingen;
 - samenhang tussen kunstverlichting en daglichttoetreding;
 - energiegebruik verlichting (EPN);
 - functie en comfort;
 - type lichtregelingen.

Een excursie naar Etap in Malle, België maakt deel uit van de leerstof.

Leerdoelen

De student dient Inzicht verkrijgen in de theorie van de verlichtingskunde en het vertalen van deze theorie naar de dagelijkse bouwpraktijk op het gebied van daglichttoetreding en het gebruik van kunstverlichting.

Aan het einde van de lessen weet de deelnemer:

- welke grootheden en eenheden worden gebruikt in de verlichtingskunde;
- de betekenis van deze grootheden en eenheden;
- de belangrijkste fysiologie van het menselijke oog;
- welke factoren een belangrijke rol spelen bij de beleving van licht;

- welke factoren een belangrijke rol spelen bij daglichttoetreding;
- welke factoren een belangrijke rol spelen bij kunstverlichting;
- wat voor type verlichtingsbronnen er zijn en wat de verschillen inhouden;
- wat een verlichtingsarmatuur is;
- wat voor type verlichtingsregelingen er bestaan en wanneer men deze toepast;
- wat de Inverse Kwadratenwet inhoud en hoe je die moet toepassen;
- wat de algemene verlichtingsformule inhoudt;
- wat de daglichtfactor inhoudt en hoe je die moet bepalen;
- wat het verschil is tussen de horizontale en de verticale verlichtingssterkte;
- wat een radiaaldiagram inhoudt en hoe je eenvoudig een hemelfactor kunt bepalen;
- wat een lichtsterkediagram inhoudt en waarvoor je deze gebruikt;
- welke computerprogrammatuur beschikbaar is voor het uitvoeren realistische verlichtingsberekeningen.

Daarnaast kan de student:

- een advies te geven in een specifieke situatie betreffende een verlichtingsarmatuur;
- een advies te geven in een specifieke situatie betreffende daglichttoetreding;
- een eenvoudige handberekening uitvoeren voor het bepalen van de luminantie van een lichtbron of de verlichtingssterkte op een werkvlak, voor zowel daglicht als kunstverlichting;
- kan een gelijkwaardigheidberekening maken ten behoeve van daglichttoetreding.

▪

Leerstof en leerdoelen in kort bestek

Verlichtingskunde				
Onderdeel	Weten	Inzien	Toepassen	Integreren
Grootheden en eenheden	X		X	
Factoren daglichttoetreding	X		X	
Factoren kunstverlichting	X		X	
Algemene verlichtingsformule	X		X	X
Computer software verlichtingsberekeningen		X		
Advisering daglichttoetreding			X	
Berekenen verlichtingssterkte werkvlak			X	
Gelijkwaardige daglichttoetreding				X