



Handboek bouwfysische kwaliteit voor kantoren

(versie 24 juni 2011)



Aan dit Handboek hebben meegewerkt:



Processturing en redactie:



Colofon

opdrachtgever

Nederlands Vlaamse Bouwfysica Vereniging
postbus 153

6800 AD Arnhem

secretaris@nvbv.org

initiatiefnemer

Rijksgebouwendienst / Directie A&A / D&C
Ministerie van Binnenlandse Zaken
Rijnstraat 8, Den Haag

hoofdsponsor

Rijksgebouwendienst / Directie A&A / D&C
Ministerie van Binnenlandse Zaken

contact

handboek@nvbv.org



Inhoud

1.	Bouwprocesmanagement	8
1.1	Waarom een PvE?	10
1.2	Concepten als bouwstenen	13
1.3	Communicatie	14
1.4	Risicomanagement	15
1.5	De praktijk	15
1.6	Bijlage, beschrijving van taken	16
2.	Duurzaamheid	18
2.1	Duurzame ontwikkeling	18
2.2	Energie	20
2.2.1	Thermische isolatie	21
2.2.2	Luchtdoorlatendheid	21
2.2.3	Energieprestatie	21
2.2.4	Duurzame energie	22
2.3	Materiaalgebruik	23
2.3.1	Schaduwprijs	23
2.3.2	Toepassen van lage emissie bouwmaterialen	25
2.4	Definities	26
2.5	Relevante normen en documenten	26
3.	Gebouwschil	27
3.1	Brandwerendheid	27
3.2	Hygrische kwaliteit	28
3.2.1	Oppervlaktecondensatie	28
3.2.2	Inwendige condensatie	29
3.3	Waterdichtheid	30
3.4	Thermische isolatie	31
3.5	Luchtdoorlatendheid	32
3.6	Toegankelijkheid	33
3.7	Uitvoerbaarheid	34
3.8	Arbeidsomstandigheden tijdens bouw	34
3.9	Relevante normen en documenten	34
4.	Stedenbouwfysisch comfort; luchtkwaliteit	35
4.1	Windhinder	35
4.2	Windgevaar	37
4.3	Bezonnig en beschaduwing	38
4.4	Reflectie van (zon-) licht op de gevels van een gebouw	39
4.5	Waterberging	40
4.6	Buitenluchtkwaliteit	42
4.6.1	Schadelijke stoffen	42
4.6.2	Ontwerpoplossingen	44
4.7	Definities	45
4.8	Relevante normen en documenten	45
5.	Visueel comfort	46



5.1	Daglichttoetreding	46
5.2	Uitzicht	47
5.3	Kunstlicht	48
5.4	Luminantieverdeling, zon en helderheidsvering	49
5.5	Relevante normen en documenten	49
6.	Thermisch comfort	50
6.1	Thermisch Binnenklimaat	50
6.2	Classificatie binnenmilieu-eisen	50
6.3	Overzicht eisen per aspect / klasse	51
6.3.1	Temperatuur in en -verschil tussen ruimten	51
6.4	Behaaglijkheid	51
6.4.1	ATG grenswaarde	51
6.4.2	Individuele temperatuurregeling	56
6.4.3	Temperatuurgradiënt	56
6.4.4	Vloertemperatuur	57
6.4.5	Stralingsasymmetrie	57
6.4.6	Luchtsnelheid	58
6.4.7	Luchtvochtigheid	59
6.5	Overige eisen	60
6.5.1	Bouwbesluit	60
6.5.2	Arbowet	60
6.5.3	ARBO-besluit	60
6.5.4	Arboregelingen	60
6.6	Definities	61
6.7	Relevante normen en documenten	62
7.	Akoestisch comfort	63
7.1	Speechprivacy	63
7.2	Prestatie eisen kantooromgeving	64
7.2.1	Geluidisolatie scheidingsconstructies	64
7.2.2	Geluidsafname open kantoorvloeren	66
7.2.3	Ruimteakoestiek	68
7.3	Richtlijnen overige akoestische aspecten	68
7.3.1	Achtergrondgeluidniveau van installaties en apparatuur	68
7.3.2	Geluidproductie ten gevolge van weersinvloeden	69
7.3.3	Geluidemissie naar omgeving	70
7.3.4	Trillingen en bouwlawaai	70
7.4	Relevante normen en documenten	71
8.	Binnenluchtkwaliteit	74
8.1	Basiseisen t.b.v. het handboek	74
8.2	Voorkomen van vervuiling- en verontreinigingsbronnen	77
8.2.1	Toepassen van emissiearme materialen	77
8.2.2	Beperken verontreinigingen ventilatievoorzieningen	78
8.3	Adequate verse luchttoevoer	81
8.4	Individuele beïnvloeding voor luchtkwaliteit	82
8.5	Borging van prestaties	84
8.6	Relevante normen en documenten	85



Voorwoord

Het bouwfysisch programma van eisen (PvE) van de Rijksgebouwendienst (Rgd) was jarenlang een meetlat voor de ontwerpers (architecten en adviseurs) in de bouw. Ook in het hoger onderwijs werd dit PvE gebruikt als leidraad voor een goed ontwerp. Het PvE was te vinden op de website van de Rijksgebouwendienst als WERRB (Wettelijke Eisen en Richtlijnen van de Rgd voor Bouwfysica). In 2008 is deze WERRB van de website gehaald, omdat een update nodig was en omdat er bij de Rgd anders gedacht werd over het realiseren van integrale (waaronder bouwfysische) kwaliteit.

Tijdens de Kennisdag Bouwfysica in 2009 kwam een contact tot stand tussen het bestuur van de Nederlands Vlaamse Bouwfysica Vereniging (NVBV) en de Rgd. Na een aantal overleggen is besloten tot een gezamenlijk initiatief om te komen tot een handboek "Bouwfysische kwaliteit". Het handboek is tot stand gekomen onder auspiciën van de NVBV, de Rgd heeft de ontwikkeling mede gefinancierd.

De NVBV heeft toonaangevende bouwfysische bureaus uitgenodigd te participeren in een klankbordgroep, die dit Handboek bouwfysische kwaliteit heeft opgesteld. Indien de lezer het vergelijkt met het 'oude' Rgd PvE dan valt een aantal zaken op:

De gebruikers van dit handboek worden 'verplicht' om na te denken over een gewenst kwaliteitsniveau. Bij veel onderwerpen worden verschillende kwaliteitsniveaus gepresenteerd waaruit een keus moet worden gemaakt.

Er is veel meer aandacht voor een gezond en comfortabel binnenmilieu.

De bouwfysische kwaliteit is integraal benaderd, zie als voorbeeld de gebouwschil waarin diverse bouwfysische kwaliteiten samenkomen.

De initiatiefnemers en de bureaus die meegewerkt hebben zijn ervan overtuigd dat met dit handboek onderbouwde en onderschreven bouwfysische kwaliteitsniveaus zijn gedefinieerd.

De klankbordgroep bestond uit vertegenwoordigers van de Rgd en van de ingenieursbureaus zoals weergegeven op pag. 2. De processturing en redactie zijn uitgevoerd door ZRi adviseurs ingenieurs.

Den Haag, 16 mei 2011

ir. H. Eijdemans (Rgd)

drs. ing. H.M. Nieman (oud-voorzitter NVBV)



Leeswijzer

Bouwfysische eisen zijn primair gericht op het creëren van een binnenklimaat dat gezond is voor de gebruiker en waarin de mens zijn taken optimaal kan verrichten. Volstaan met het vastleggen van de klimaateisen rondom de gebruiker is mogelijk, maar niet praktisch voor ontwerptrajecten. Naast het gezonde en comfortabele binnenmilieu geeft dit handboek ook richtlijnen en eisen aan energiezuinig en duurzaam bouwen. In dit handboek is gekozen voor het rangschikken van de eisen aan de omgevingsfactoren, eisen aan de gebouwschil en tenslotte aan de ruimten.

De publicatie is opgesteld voor kantoren. Andere functies zijn niet uitgewerkt. Over enkele aspecten hebben de bureaus afwijkende opvattingen. Verdere uitwerking vraagt tijd. Deze aspecten zijn gereserveerd voor een versie 2 te zijner tijd.

De publicatie start met een beknopte inleiding over praktisch bouwprocesmanagement om een context te schetsen waarbinnen de bouwfysicus optimaal presteert en dus rendeert.

Daar waar mogelijk zijn kwaliteitsniveaus gedefinieerd. In overleg met de opdrachtgever dient een bepaald niveau gekozen te worden. De kwaliteitsniveaus zijn als volgt gedefinieerd:

- Basis (daar waar het Bouwbesluitniveau volstaat);
- Goed (de gewenste huidige standaard);
- Uitstekend (daar waar extra eisen nodig zijn).

De prestatieniveaus zijn niet in alle gevallen met deze klasse aanduiding weergegeven, omdat er tabellen met andere aanduidingen van kwaliteitsniveaus uit de literatuur/normen overgenomen zijn. Redenen om een bepaalde klasse te kiezen kunnen ook zijn de belastbaarheid van specifieke eindgebruikers (bijvoorbeeld gebruikers met astma) of van gewenste luxe (directieniveau).

Aan deze niveaus zijn kosten verbonden. Het is dan ook nodig om in elke fase van het ontwerpproces de kosten te ramen of te begroten om na te gaan of binnen het budget wordt ontworpen.

De keuze voor een kwaliteitsklasse hoeft niet voor het hele gebouw op hetzelfde niveau (basis, goed, uitstekend) gesteld te worden. Differentiatie naar aspect en/of per deel van het gebouw is zelfs aan te bevelen.

Per aspect is onderstaande kleurindeling gehanteerd ten behoeve van een snelle herkenning:

#. Titel van het onderwerp

Subtitel

Functionele eis of reden van de eis

Beschrijving van het onderwerp

Prestatieniveaus:

Bepalingsmethode:

Opmerking(en):

Geeft nadere informatie, voorbeelden ,etc.



1. Bouwprocesmanagement

Het Handboek bouwfysische kwaliteit is een belangrijk onderdeel voor het totale programma van eisen (PvE) en bedoeld om de verwachtingen van opdrachtgever, beheerder en gebruiker vast te leggen.

Het managen van een ontwerp- en uitvoeringsproces van een bouwwerk van enige omvang is zeer complex. Ondanks goede bedoelingen worden de impliciete en expliciete verwachtingen vaak niet volledig waargemaakt.

De belangrijkste teleurstellingen zijn:

- Opdrachtgevers worden geconfronteerd met kostenoverschrijdingen tijdens het ontwerp- en uitvoeringstraject,
- Energielasten en onderhoudskosten blijken tijdens de exploitatie tegen te vallen,
- Gebruikers zijn ontevreden over het binnenklimaat.

Vooraf dit laatste aspect wordt onderschat. De relatie tussen binnenmilieu en arbeidsproductiviteit wordt vaak wel vermoed, maar niet naar gehandeld. De arbeidsproductiviteit neemt tussen ca. 6 en 14 % toe wanneer het binnenmilieu zorgvuldig wordt ontworpen en gerealiseerd. De extra investeringen die deze kwaliteitsslag vraagt worden ruimschoots goedgemaakt door deze hogere productiviteit (en tevredenheid) van de medewerkers. Het vroegtijdig inschakelen van een bouwfysisch ingenieur verdient zich terug.

Het Handboek bouwfysische kwaliteit is een belangrijk onderdeel voor het totale programma van eisen en bedoeld om de verwachtingen van opdrachtgever, beheerder en gebruiker wel waar te maken. De auteurs van dit handboek bouwfysische kwaliteit hebben gemeend een kader te schetsen waarbinnen dit handboek optimaal kan functioneren. In dit handboek bouwfysische kwaliteit zijn bij een aantal onderwerpen diverse kwaliteitscriteria geformuleerd. Opgemerkt dient te dat een gebouw niet op alle aspecten in de klasse "uitstekend" hoeft te vallen om toch een hoogwaardig bouwfysisch binnenklimaat te realiseren.

Achtereenvolgens komen in dit hoofdstuk de volgende onderwerpen aan bod:

- de doelstellingen van een totaal PvE,
- de noodzaak van zorgvuldige communicatie,
- het belang van risicomanagement.



Opmerkingen:

Er zijn diverse onderzoeken verricht naar de stijging van de productiviteit in relatie tot het binnenklimaat, zie tabel 1.

Binnenmilieuaspect	Module gezondheid en productiviteit	Senter- novem (SEN01)	TNO (TNO01)	Boerstra (VER01)	TVVL (TVV01)
Adequate daglichttoetreding en verlichting	0,5 – 2%	7,0%	-	2 – 3%	-
Laag emissie interieurmateriaal	0,5 – 1%	2,5%	-	1 – 7%	-
Te openen ramen	0 – 0,5%	2,0%	-	-	-
Cellenkantoren in plaats van groepskantoren					
Combinatiekantoor in plaats van cellenkantoor					
Individuele beïnvloeding installaties	1 – 2,5%	4,0%	2 – 3%	3 – 9%	2 – 3%
Voorkomen van geluidhinder	2,5%	2,5%	-	3 – 9%	4 – 45%
Juiste operationele temperatuur	0,5 – 1,5%	-	-	3 – 7%	7,0%
Voldoende verse luchttoevoer	0,5 – 1,5%	1,5%	-	1 – 2%	1 – 2%
Vermijden van warmtewielen	0,2%	2,5%	3 – 7%	-	-
Plaatsen van verontreinigende apparatuur in aparte					
Vermijden van recirculatie	0 – 0,5%	2,5%	3 – 7%	-	-
Adequaate onderhoud aan ventilatiesysteem en LBK's					

Tabel 1 | Een literatuurvergelijking van procentuele verbetering van de productiviteit door diverse maatregelen.

Bron: Productiviteit in Rijkskantoren. Een onderzoek naar de optimalisatie van de productiviteit en duurzaamheid van rijkskantoren, 2011. Uitgevoerd in opdracht van de Rijksgebouwendienst Den Haag.



Bouwprocesmanagement

1.1 Waarom een Programma van Eisen?

Het PvE is het vastleggen van het denkwerk vooraf en is bedoeld als sturingsinstrument van het ontwerp- en uitvoeringsproces. De verwachtingen van opdrachtgever, beheerder en gebruiker zijn daarin vastgelegd.

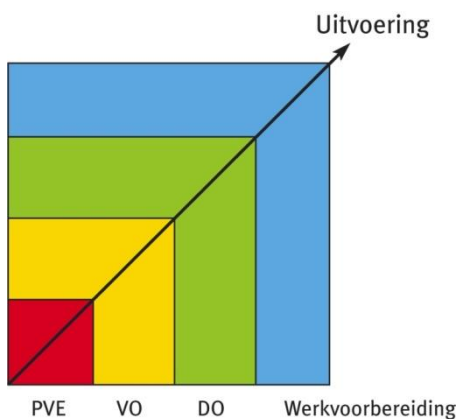
In verschillende spreekwoorden en gezegden wordt het belang van 'eerst nadenken en dan doen' benadrukt.

Het PvE is het vastleggen van het denkwerk vooraf en is bedoeld als sturingsinstrument van het ontwerp- en uitvoeringsproces. SBR heeft diverse publicaties uitgebracht over dit onderwerp. Uit deze publicaties zijn de belangrijkste aanbevelingen overgenomen. Het PvE dient voorafgaand aan het ontwerpproces te worden opgesteld (zie figuur 1).



Output van een fase is input voor de volgende fase

figuur 1 | Fases in het bouwproces.



In de loop van het proces wordt steeds meer informatie toegevoegd

figuur 2 | PvE voor het gehele gebouw is basis voor een goed ontwerp.

Het PvE dient per fase van het ontwerpproces te worden aangevuld, er wordt dus gewerkt van grof naar fijn (zie figuur 2). Per fase wordt getoetst of het ontwerp nog steeds voldoet aan dit PvE.

Uiteindelijk leidt het PvE tot zorgvuldig uitgewerkte tekeningen en een compleet bestek, de basis van het bouwcontract. Ook dient het 'groe' PvE als startdocument voor de adviseurs (architect, constructeur, bouwfysicus, installatieadviseur).

In het PvE voor een volledig bouwproject dienen ten minste de volgende onderwerpen aan bod te komen:

- functionaliteit:
- beeldverwachting:
- budget:
- constructief:
- bouwfysica:
- bouwtechniek en bouwproces:
- beheer en onderhoud:



- bouwregelgeving:
- duurzaam bouwen.
- -----.

Uitwerking van de begrippen waarvoor ten minste een prestatieniveau dient te worden vastgelegd:

- **Functionaliteit:** Wat wil de opdrachtgever met het gebouw? In eerste instantie de benodigde vierkante meters, hoogten en de functies. Daarnaast spelen vragen als: Hoe flexibel moet een gebouw zijn, moeten functiewijzigingen mogelijk zijn, moet het in onderdelen te verhuren/exploiteren zijn. Dit Handboek bouwfysische kwaliteit is primair opgesteld voor kantoren, andere functies vragen om andere eisen.
- **Beeldverwachting:** Wat dient de esthetische uitstraling te zijn? Dit kan zeer veel consequenties hebben. Moet het gebouw een duurzame uitstraling krijgen of juist hightech of tijdloos? Het is verstandig deze gewenste beeldverwachting te visualiseren.
- **Budget:** Belangrijk is het beschikbare budget vast te leggen, zowel voor het voortraject als het bouwen en inrichtingsbudget.
- **Constructief:** Ook de constructeur heeft voor een goed constructief ontwerp uitgangspunten nodig. Welke belastingen moeten de vloeren kunnen dragen, moet er vrij overspannen worden of mogen er kolommen geplaatst worden. Moet het gebouw licht ontworpen worden of demontabel? Allemaal vragen die besproken en beantwoord moeten worden.
- **Bouwfysica:** In het bouwfysisch PvE wordt het gewenste binnenklimaat gedefinieerd. De eisen worden in controleerbare grootheden vastgelegd. Denk aan de akoestische kwaliteit, behaaglijkheid, licht, enzovoorts. In dit handboek bouwfysische kwaliteit zijn deze kwaliteiten vastgelegd.
- **Bouwtechniek en bouwproces:** Het werken in een binnenstedelijk gebied vraagt andere uitgangspunten dan bouwen in een uitbreidingsgebied. De uitgangspunten dienen vastgelegd te worden.
- **Beheer en onderhoud:** Ga na of de toekomstige gebruiker eisen of wensen heeft met betrekking tot beheer en onderhoud.
- **Bouwregelgeving:** Ga na welke regelgeving van belang is voor het project. De Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) vraagt om vergunningenmanagement om een succesvolle bouw aanvraag te realiseren.
- **Duurzaam bouwen:** Leg de ambities op het gebied van duurzaam bouwen vast. Wanneer de opdrachtgever een bepaald keurmerk wil realiseren, zal dat moeten passen binnen het budget.

In dit Handboek bouwfysische kwaliteit is brandveiligheid niet opgenomen. Het is natuurlijk van groot belang om in het totale PvE aanzetten op te nemen hoe brandveiligheid dient te worden gerealiseerd. Deze aandachtsgebieden dienen op elkaar te worden afgestemd (integraal ontwerpen). Alle onderwerpen zijn aan elkaar gerelateerd (zie figuur 3). Een PvE moet compleet zijn ingericht, maar dat is niet het doel van het handboek, dat gaat alleen over bouwfysische aspecten

Bij de totstandkoming van een doordacht PvE is het van belang dat de opdrachtgever keuzes worden voorgelegd. Niet per definitie uitgaan van het Bouwbesluitniveau, maar bereikbare extra kwaliteit bespreken. Denk bijvoorbeeld na over de gewenste geluidwering. In dit handboek bouwfysische kwaliteit zijn daarom steeds kwaliteitsklassen benoemd.

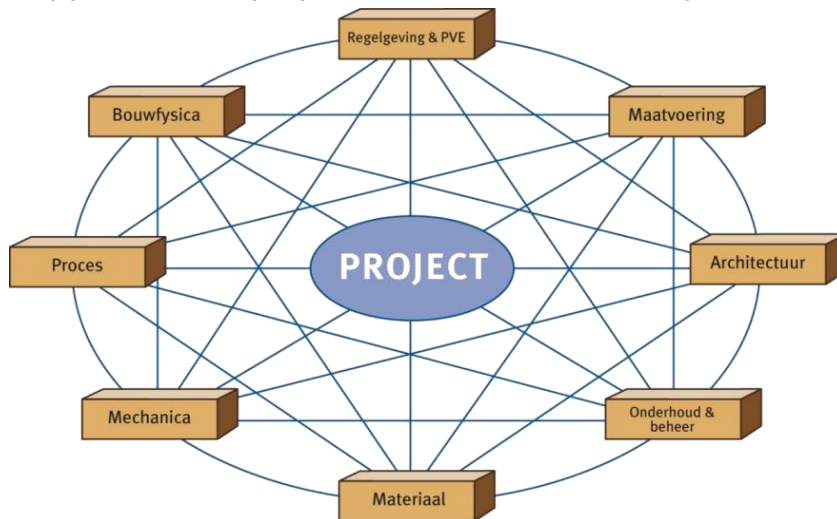
De keuze voor een hoger kwaliteitsniveau heeft veelal consequenties voor de bouwkosten. Opgemerkt wordt dat de standaard kengetallen voor de bouwkosten (en eventuele hiermee samenhangende vergoedingen) veelal zijn gebaseerd op de realisatie van het wettelijk minimum. Ook kan de keuze voor een hoger kwaliteitsniveau voor een bepaald ontwerpaspect consequenties hebben op het kwaliteitsniveau van een ander ontwerpaspect. Zo kan bijvoorbeeld het nastreven van een hoger kwaliteitsniveau op het ontwerpaspect 'daglichttoetreding' consequenties hebben op het kwaliteitsniveau van het aspect



'energie'. Verder dient te worden gerealiseerd dat een keuze voor de realisatie van een hoger kwaliteitsniveau voor alle ontwerpaspecten niet per definitie hoeft te resulteren in betere integrale kwaliteit.

Het totale PvE is zoals gezegd een sturingsinstrument. Als afsluiting van elke ontwerpfase (zie figuur 1) dient steeds weer nagegaan te worden of het PvE is gerealiseerd c.q. dat er geen belemmeringen zijn om het gewenste kwaliteitsniveau te realiseren.

Het totale PvE dient compleet te zijn ingericht (zie voorgaande opsomming voor opdrachten die ten minste aan bod dienen te komen). Betrek de opdrachtgever door deze bewust te laten kiezen voor kwaliteitsniveaus. Dan is er sprake van betrokkenheid! In dit handboek bouwфysische kwaliteit zijn steeds realistische kwaliteitsniveaus gepresenteerd. Bij elk kwaliteitsniveau horen kosten, deze blijven echter beperkt wanneer vanaf de allereerste fase (dus in het vastgelegd) duidelijk is wat de opdrachtgever verwacht. Definieer daarom de eisen SMART (specifiek, meetbaar, acceptabel, realistisch en tijdgebonden). Vooral duurzaamheid eisen (bijvoorbeeld een gewenste BREEAM-classificatie) dienen zorgvuldig geformuleerd en georganiseerd te worden om teleurstellingen te voorkomen.



figuur 3 | *Bouwstenen voor een goed project.*

Per fase dient door de bouwprocesmanager een beslisdocument aan de opdrachtgever te worden voorgelegd. Het beslisdocument geeft aan of alle onderdelen van het PvE ook daadwerkelijk (integraal) zijn gerealiseerd. De opdrachtgever kan dan zien of aan de verwachtingen wordt voldaan en of de werkzaamheden binnen het budget passen. In het beslisdocument worden daarnaast de risico's genoemd en de bijbehorende beheersmaatregelen. Per fase dient getoetst te worden er aan de bouwregelgeving wordt voldaan. Door deze aanpak worden 'bezuinigingsronden' voorkomen. 'Bezuinigingsronden' zijn nooit voorzien tijdens de offertefase en worden daarom ook niet meegenomen in de budgetten voor adviseurs. In één keer goed ontwerpen leidt tot het optimale eindresultaat.

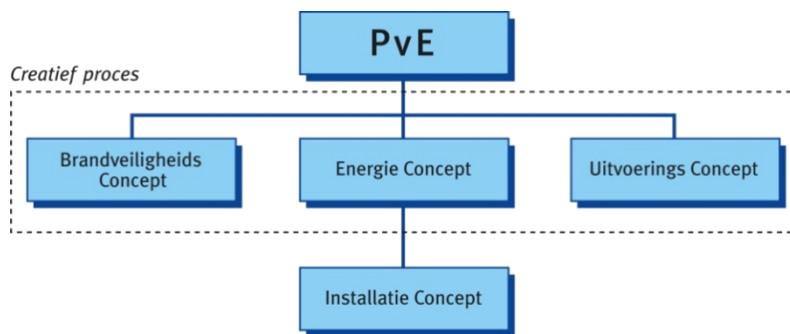


Bouwprocesmanagement

1.2 Concepten als bouwstenen

Brandveiligheid en installaties hebben een relatie met veel andere eisen. Reden om de eisen ten aanzien van brandveiligheid en installaties te bundelen tot concepten.

Het totale PvE is de basis voor het opstellen van het brandveiligheidsconcept, het energieconcept en het uitvoeringsconcept. Het opstellen van deze concepten vindt plaats tijdens het creatieve proces (zie figuur 4). Het creatieve proces is een proces waarbij de adviseurs nauw samenwerken om tot een optimaal resultaat te komen. Dit vraagt om 'ontwerpde', dus creatieve ingenieurs die zich gezamenlijk verantwoordelijk voelen voor het eindresultaat.



figuur 4 | Een PvE is noodzakelijk voor een goed proces dat deel uitmaakt van het totale creatieve proces, waarbinnen tevens functionele, logistieke en andere processen spelen.

Hieronder zullen de in figuur 4 genoemde concepten worden verduidelijkt:

- **Brandveiligheidsconcept:** Vanaf het allereerste begin dient nagedacht te worden hoe gecompartmenteerd, gesignaleerd en gevlucht moet worden. Betrek een specialist Fire Safety Engineering in het ontwerpteam.
- **Energieconcept:** Op basis van het PvE dienen door de bouwfysisch adviseur energieconcepten te worden opgesteld. Maak aan de opdrachtgever duidelijk wat de voor- en nadelen van elk concept zijn en maak dan op basis van een multicriteria-analyse (MCA) een bewuste keuze. De opsteller van de energieconcepten dient zoveel praktische kennis te bezitten dat het gekozen energieconcept ook daadwerkelijk door de installatieadviseur uitgewerkt kan worden in een aantal installatieconcepten. Ook de installatieadviseur dient de opdrachtgever concepten met voor- en nadelen voor te leggen, zodat opnieuw bewust gekozen kan worden.
- **Uitvoeringsconcept:** Het ontwerpteam (minimaal een architect, constructeur, bouwfysicus en brandveiligheidsspecialist) dient zich vanaf het allereerste begin bewust te zijn van de 'maakbaarheid' van het ontwerp. Optimaliseren van het bouwproces levert namelijk een goede prijs-kwaliteitverhouding op en beperkt het risico op latere aanpassingen van het ontwerp door budgetoverschrijdingen. Het is verstandig tenminste tijdens de bestekfase de geselecteerde bouwer in het bouwteam op te nemen



Bouwprocesmanagement

1.3 Communicatie

Goed communiceren is een noodzakelijke kwaliteit van iedere deelnemer.



Maak voorafgaand aan de start van een ontwerp- en uitvoeringsproces een zogenaamd procesontwerp. Ga na wie de actoren zijn in het proces en definieer hun taken en verantwoordelijkheden per fase. Leg vast wie geïnformeerd moet worden. Vraag gedetailleerd offerte aan bij de beoogde ontwerpteamleden; omschrijf de werkzaamheden en de verwachte kwaliteit, daarmee worden misverstanden (en teleurstellingen) bij alle partijen voorkomen. Vergeet ook de belanghebbenden niet die wat verder van het proces af staan. Bijvoorbeeld omwonenden, gebruikers, pers, politiek, plaatselijke overheden, enzovoorts. Breng deze zorgvuldig in kaart en denk na over het informatietraject.

figuur 5 | Goed communiceren is een noodzakelijke kwaliteit (bron: SBR).

Leg de afspraken zorgvuldig vast, bijvoorbeeld met behulp van een Bouw Informatie Model.

Opmerking(en):

Voor het ontwerp- en later het uitvoeringsteam is het van belang dat er een professionele en inhoudelijke bouwprocesmanager wordt aangesteld. De bouwprocesmanager dient ervoor te zorgen dat in het ontwerptraject alle partijen evenwichtig en op het juiste moment aan bod komen. De bouwprocesmanager legt alle afspraken transparant vast, bijvoorbeeld met behulp van een Bouw Informatie Model (BIM). Ook de bouwer stelt zodra hij geselecteerd is een bouwprocesmanager aan die nauw samenwerkt met de bouwprocesmanager van het ontwerpteam. Samen zorgen zij ervoor dat de ontwerpfase naadloos overgaat in de uitvoeringsfase. Een goede 'kick-off'-bijeenkomst wordt steeds gebruikelijker en zorgt voor wederzijds begrip, inspiratie en enthousiasme.

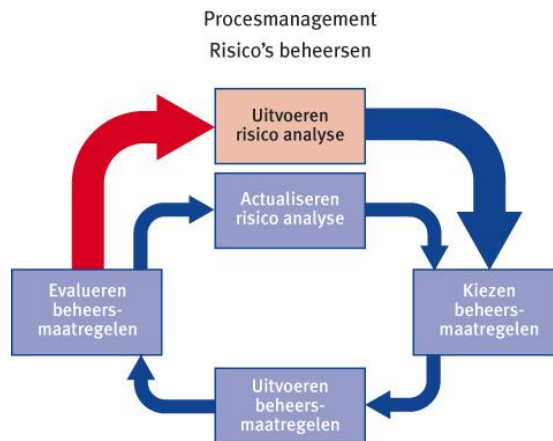


Bouwprocesmanagement

1.4 Risicomanagement

Elke fase dient te worden afgesloten met een zogenaamd beslisdocument, daardoor wordt voor het gehele team duidelijk wat de voortgang is en welke risico's nog dienen te worden weggewerkt.

In dit document staat vermeld dat de bij de betreffende fase behorende activiteiten zijn afgerond, welke risico's worden gesignaleerd en welke 'beheersmaatregelen' genomen moeten worden om dit risico te



neutraliseren, zie figuur.

figuur 6 | *Risicomanagementcyclus (bron: Risicomanagement voor projecten).*

De (bouw)procesmanager zorgt ervoor dat alle documenten aanwezig zijn en dat elke fase afgesloten wordt met een risicoanalyse en een beslisdocument.

Bouwprocesmanagement

1.5 De praktijk

"Bezint eer ge begint" en leg dit goed vast in een programma van eisen en werk met professionals met verstand van het totale ontwerp en bouwproces.

Adviseurs worden vaak voor het eerst geconsulteerd wanneer er problemen zijn of wanneer in het halen van een WABO-vergunning bepaalde berekeningen nodig zijn. Elk bouwfysisch of bouwtechnisch bureau heeft een boeiende en vaak bloeiende praktijk van klachtenonderzoeken. Klachten die voorkomen hadden kunnen worden wanneer de adviseur op tijd zou zijn ingeschakeld. Een goede (dus ook inhoudelijke) bouwprocesmanager zorgt ervoor dat bij de start van een ontwerpproces een compleet ontwerpteam aanwezig is, dat samen met de opdrachtgever een SMART gedefinieerd PvE opstelt als leidraad voor het ontwerp- en uitvoeringsproces. Vooral de R van realistisch is hierbij zeer belangrijk, niet alleen geen kosten, deze worden vaak onderschat, maar ook de maakbaarheid verdient veel aandacht. Denk niet top - down, maar bottom - up. Begin bij de klant, denk dan aan de "man" op de steiger, beschouw vervolgens de uitvoering en werkvoorbereiding en tenslotte de aansturing van het bouwbedrijf.





In paragraaf 3 “Communicatie” wordt gesteld dat communicatie essentieel is voor het welslagen van een project. De praktijk leert dat dat geen gemeengoed is. Onderzoeken wijzen uit dat de stukken bij bouwaanvraag nauwelijks overeenkomen met de uitvoeringsstukken en vervolgens wordt er weer anders gebouwd en geïnstalleerd. Het is dus ook niet vreemd dat het percentage ontevreden veel hoger is dan het uitgangspunt van 10%. Ook is het energiegebruik vaak veel hoger dan berekend vanwege niet correcte berekeningen en onzorgvuldige uitvoering.

Opmerking(en):

Een voorbeeld uit de praktijk.

Een corporatie wil een regiokantoor op hoog niveau renoveren. De corporatiedirecteur zoekt en vindt een architect met ervaring op het gebied van energiezuinig en duurzaam bouwen. Er worden enkele doelstellingen uitgewisseld (zoals energieneutraal, lowtech, transparant) en de architect gaat aan de slag. De directeur stelt een projectleider aan die vanuit de corporatie het ontwerpproces gaat begeleiden. De architect komt met een aantrekkelijk ontwerp dat breed wordt gecommuniceerd. De projectleider herkent echter niet in het project de uitgewisselde doelstellingen en vraagt zich ook af of het ontwerp binnen het budget past. De projectleider huurt vervolgens een bouwprocesmanager die direct vraagt naar een PvE. Dat is er echter niet. De architect vindt overigens dat een PvE in dit stadium niet nodig is en dat opgesteld kan worden nadat het VO is afgerond. Vervolgens gaat de bouwprocesmanager in overleg met de projectleider na of de doelstellingen verwerkt zijn in het ontwerp. Dit blijkt niet het geval, het energieconcept is niet helder en ook het budget wordt fors overschreden. Het ontwerpteam is terug bij af en kan opnieuw beginnen. Inmiddels is er nu wel een PvE, dat als leidraad kan dienen voor het nieuwe VO. De volgende oorzaken voor dit fiasco zijn aan te wijzen:

- De opdrachtgever heeft geen energie gestoken in het opstellen van een PvE;
- De architect en de installatieadviseur gaan zonder een PvE aan het werk en produceren een niet betaalbaar ontwerp;
- Het ontwerpteam was niet compleet, zodat in het begin alleen de vormgeving de nodige aandacht krijgt.

Leerpunten:

- “Bezint eer ge begint” en leg dit goed vast in een programma van eisen en werk met professionals met verstand van het totale ontwerp en bouwproces;
- Zie het PvE als een ‘levend’ document dat steeds weer wordt aangepast en aangevuld. Maak de besluitvorming daarover transparant en ga steeds de consequenties na;
- Door zorgvuldig met kennis van zaken en gedisciplineerd te werken, worden projecten succesvol en krijgen zowel de klant als adviseurs en bouwer wat zij verwachten en waar zij op rekenen.

Bouwprocesmanagement

1.6 Bijlage, beschrijving van taken

Opmerking:

In tabel 2 is de rol van de bouwfysicus in een ontwerpproces beschreven. Tabel 2 is door NVBV ontwikkeld; de DO-fase en de besteksfase zijn niet weergegeven.



	Vraagstelling	Producten adviseur	Adviseursrol		
			Bouwfysica	Akoestiek	Brandveiligheid
Masterplan, locatie-keuze	<p>Gebiedsontwerp</p> <ul style="list-style-type: none"> Bouwvolumes, Hoogtelijnen, Verdeling van functies. 	<p>Richtinggevend advies en vaststellen randvoorwaarden plan t.a.v.:</p> <ul style="list-style-type: none"> Windhinder; Bezinning, beschaduwning, lichteinder. Luchtkwaliteit omgeving; Energievraagprofiel; Geluidprofiel; Brandveiligheid; <p>Evt. bodemkwaliteit, afwatering, biodiversiteit.</p>	<p>Advies –indien nodig- op basis van berekeningen:</p> <ul style="list-style-type: none"> Windhinderprofiel (do's en don'ts); Bezinning gebouw en beschaduwing omgeving Hinderrisico reflecties en lichtuitstraling Bronsterkten en frequentieverdelingen luchtvervuilingsbronnen Energiegebruiken per functie en gebiedsgerichte voorzieningen; Onderzoek opwekkingsmogelijkheden (ook duurzaam) en vergunningen; 	<p>Advies –indien nodig- op basis van berekeningen:</p> <ul style="list-style-type: none"> Inventarisatie geluidbronnen en vergunningen; Beoordeling gebouwvolumes en functies op basis van geluidbelasting Inschatting geluideffect van plan op de omgeving inclusief verkeersaantrekkende werking 	<p>Advies –indien nodig- op basis van berekeningen:</p> <ul style="list-style-type: none"> Vluchtwegen en capaciteiten op basis van te plaatsen functies; Bereikbaarheid verschillende planelen voor hulpdiensten
SO-FASE	<p>Interpreten van locatie- en terreingegevens</p> <ul style="list-style-type: none"> Analyse van de ligging Bepalen kwaliteiten <p>Ontwikkelen visie</p>	<p>Visiedocument met daarin:</p> <ul style="list-style-type: none"> Resultaten inventariserend onderzoek. Richtinggevende adviezen op basis van inventariserend onderzoek. Opsomming risico's en kansen bij de verdere planontwikkeling. 	<ul style="list-style-type: none"> Inventariseren externe omstandigheden, geluid, zon, wind, sociale veiligheid etc. Inventariseren interne omstandigheden, type gebruiker, mogelijke toekomstige gebruikers. Vastleggen van uitgangspunten en aandachtspunten m.b.t. bouwfysische aspecten. Suggesties voor inspelen met het gebouw op de externe en interne omstandigheden. 	<ul style="list-style-type: none"> Inventariseren risico externe geluidsbelastingen. Inventariseren risico geluidsafstraling. Vastleggen van uitgangspunten en aandachtspunten m.b.t. akoestische aspecten. Suggesties voor inspelen met het gebouw op de externe en interne omstandigheden. 	<ul style="list-style-type: none"> Vastleggen van uitgangspunten en aandachtspunten m.b.t. brandveiligheid.
	<p>Maken structuurontwerp</p> <ul style="list-style-type: none"> Stedenbouwkundig-architectonisch plan Hoofdvorm bebouwing Hoofdindeling bebouwing <p>Maken beeldkwaliteitplan</p> <ul style="list-style-type: none"> Onderzoek bebouwingcapaciteit Zonering en morfologie (1:1.000/1:500) Stedenbouwkundig vlekkenplan (1:1.000/1:500) Hoofdmassa en oriëntatie gebouw (1:500/1:200) Vlekkenplan gebouw (1:500/1:200) Ontsluitingsprincipes gebouw Zonering verkeersruimten <p>Maken V&G-r.i.e.</p>	<p>Tussentijdse korte richtinggevende adviezen en met alternatieve oplossingen en zondig benoemen van breekpunten (mondeling, e-mail e.d.)</p> <p>Eindrapportage met daarin</p> <ul style="list-style-type: none"> Resultaten inventariserend onderzoek. Richtinggevende adviezen voor VO-fase op basis van inventariserend onderzoek. Opsomming risico's en kansen bij de verdere planontwikkeling. Zondig duidelijk benoemen van breekpunten bij de verdere planontwikkeling. 	<ul style="list-style-type: none"> Concrete voorstellen hoe met het gebouw kan worden ingespeeld op de risico voor bv beschaduwing, windhinder e.d. Eerste afwegingen en concrete voorstellen voor vraagbeperking koude en warmte alsmede ventilatieprincipe i.v.m. lokale luchtkwaliteit, compactheid gebouw Afweging t.a.v. actieve en passieve zonne-energie Risico's bijzondere ruimten inzake hoogte, bezetting e.d. 	<ul style="list-style-type: none"> Benomen risico's geluidsgeluids-overlast tussen verschillende gebouwfuncties 	<p>Benoemen risico's en voorstellen oplossingen en alternatieven ten aanzien van:</p> <ul style="list-style-type: none"> Belemmeringen m.b.t. aanrijroute brandweer Belendingen Horizontale of verticale brandoverslag Opvang en doorstroombcapaciteit
VO-FASE	<p>Uitwerken stedenbouwkundige inpassing Situatieschets (1:500) Ontwerpen functionele en ruimtelijke indeling</p> <ul style="list-style-type: none"> Plattegronden (1:200/1:100) Doorsneden (1:200/1:100) Ruimtestaat <p>Ontwerpen architectonische verschijningsvorm</p> <ul style="list-style-type: none"> Geveltekeningen (1:200/1:100) <p>Maken &G-r.i.e.</p>	<p>Tussentijdse korte richtinggevende adviezen en met alternatieve oplossingen en benoemen van kansen en bedreigingen (mondeling, e-mail e.d.)</p> <p>Eindrapportage met daarin</p> <ul style="list-style-type: none"> Gekozen oplossingen. Overzicht eisen en wensen waar (mogelijk) niet aan wordt voldaan. Richtinggevende adviezen voor DO-fase op basis van inventariserend onderzoek. Opsomming risico's en kansen bij de verdere planontwikkeling. 	<ul style="list-style-type: none"> Concrete voorstellen om in te spelen op risico's op oververhitting Concrete voorstellen voor integraal ontwerp inzake bouwkundige en installatietechnische aspecten 	<ul style="list-style-type: none"> Positionering ruimten binnen gebouw, gelet op externe belasting en gewenste interne isolatie Ruimteakoestiek 	<p>Advisering inzake:</p> <ul style="list-style-type: none"> Compartimentering Vluchtwegen Brandoverlagrisico's
<p>tabel 2 Beschrijving van taken</p>					



2. Duurzaamheid

2.1 Duurzame ontwikkeling

Duurzame ontwikkeling is de ontwikkeling die aansluit op de behoefte van het heden zonder het vermogen van toekomstige generaties om in hun behoefte te voorzien in gevaar te brengen." – *Gro Harlem Brundtland, 1987*

Vertaald naar gebouwen:

Elimineren van negatieve impact nu én in de toekomst, gedurende de gehele levenscyclus (realisatie, gebruik, renovatie, sloop/hergebruik) van het vastgoed op mens en milieu.

De prestaties aan duurzaamheid worden op gebouwniveau gesteld.

Voor het aspect duurzaamheid in het Handboek Bouwfysica wordt aangehaakt bij BREEAM-NL. Dit is een beoordelingsmethode van het Dutch Green Building Council om de duurzaamheidsprestatie van gebouwen te bepalen. Voor de onderdelen energie en materiaalgebruik zijn voor zover mogelijk dezelfde criteria aangehouden als bij BREEAM, maar de prestatieniveaus kunnen afwijken en zijn opgenomen in de tabellen 3-6. Voor de overige onderdelen, zoals daglicht en geluidisolatie, wordt de koppeling met BREEAM losgelaten, aangezien BREEAM zich richt op een milieuclassificatie, terwijl dit handboek zich richt op gezonde gebouwen. Het is uitdrukkelijk niet de bedoeling om een BREEAM-certificaat voor te schrijven.

Gebied – gebouw – gebruik

Een gebouw is onderdeel van zijn omgeving en dient dus ook in relatie met zijn omgeving bekeken te worden. Voor het aspect energie dient bijvoorbeeld niet alleen rekening gehouden te worden met bijdragen van de locatie zelf, maar ook met de directe omgeving. Zo is de toepassing van duurzame energietechnieken vaak efficiënter op een grotere schaal en kan de uitwisseling van energie tussen verschillende functies in een wijk een mogelijkheid zijn.

De prestatie op duurzaamheid is niet een momentopname bij de realisatie van het gebouw, maar is een levenscyclusbenadering van het gebouw. Al bij het ontwerp van het gebouw dient rekening gehouden te worden met het gebruik en het onderhoud.

Door de RGD is in dit kader een methode ontwikkeld voor Functioneel Controleren, Inregelen en Beproeven (FCIB) van klimaatinstallaties in een gebouw om een thermisch comfort te bereiken conform de ontwerpcondities bij een minimale verstoring van het bedrijfsproces en een verlaging van het energiegebruik (zie: <http://www.rgd.nl/onderwerpen/themas/duurzaamheid/energiebesparing/>).



Opmerking: Cradle to Cradle:

Duurzame ontwikkeling is in 1987 door de commissie-Brundtland gedefinieerd als de ontwikkeling waarbij de huidige generatie in haar noden voorziet, zonder de mogelijkheden daartoe voor de volgende generatie te beperken. Het streven van de cradle to cradle visie gaat verder; het voorzien in onze eigen noden en ook de toekomstige generaties van meer mogelijkheden voorzien. Het belangrijkste principe hierbij is: probeer in plaats van minder slecht, goed te zijn.

C2C daagt ons uit producten en (productie-) systemen anders te ontwerpen om geen afval te laten ontstaan en kringlopen te sluiten. In ons vak gaat het om gebouwen die waarde toevoegen (schone lucht, gezondheid, lokale economie), waarbij gebruik wordt gemaakt van natuurlijke energie en duurzame materialen die multifunctioneel gebruikt kunnen worden, omdat rekening is gehouden met de diversiteit van (toekomstige) gebruikers.

Cradle to cradle maakt gebruik van drie basisprincipes die aan het begin staan van elk project:

- Afval is voedsel: alles is een grondstof voor iets anders.
- Gebruik zonne-energie: energie is hernieuwbaar en afgeleid van de zon.
- Diversiteit: culturele, innovatieve en biologische diversiteit.

De bedenkers van het cradle to cradle-concept beseffen dat een volledig gebouw volgens de cradle to cradle-beginselen nog niet mogelijk is. We kunnen echter wel met de principes aan de slag. Concrete toepassingen van de principes zijn onder te verdelen in drie sporen:

1. Productieprocessen en producten, waarbij producten aan drie vereisten moeten voldoen:
 - De materialen zijn volkomen veilig voor mens, dier en plant.
 - De materialen moeten met kwaliteitsbehoud later (in de afvalfase) opnieuw gebruikt kunnen worden in de ecologische kringloop of in de technische kringloop.
 - De producten moeten gemakkelijk te ontmantelen zijn ('design for disassembly').
2. Bouwprocessen, gebouwen en de gebouwde omgeving. In de architectuur en stedenbouw wordt zoveel mogelijk aansluiting gezocht bij ontwerpuitgangspunten zoals we die in natuurlijke ecosystemen aantreffen. Gebouwen worden ontworpen met aandacht voor de gezondheid van de mensen die erin werken en wonen, met respect voor de omgeving. Vanaf het begin van het ontwerpproces wordt dus gekeken naar de meerwaarde die natuurlijke materialen, (energie)bronnen en ecosystemen kunnen hebben voor de vastgoedontwikkeling. Het bovenstaande betekent dat de bouwmaterialen ecologisch verantwoord en zoveel mogelijk herbruikbaar zijn. Het gebruik van water wordt afgestemd op de leefomgeving, zowel binnen als buiten het gebouw. Cradle to cradle-gebouwen geven zuurstof af en nemen CO₂ op. Ze zuiveren water en lucht en genereren energie door opslag van zonne-energie en aardwarmte.
3. Gebiedsontwikkeling, waarbij de cradle to cradle-beginselen zorgen voor het verbinden van:
 - de bouwkundige elementen met het gebied;
 - stromen / netwerken in het gebied (water, lucht, voedsel, energie) met de functies in het gebied;
 - de gebruikers en de bewoners met de stromen / netwerken en de functie door samenwerking en samenhang.



Duurzaamheid

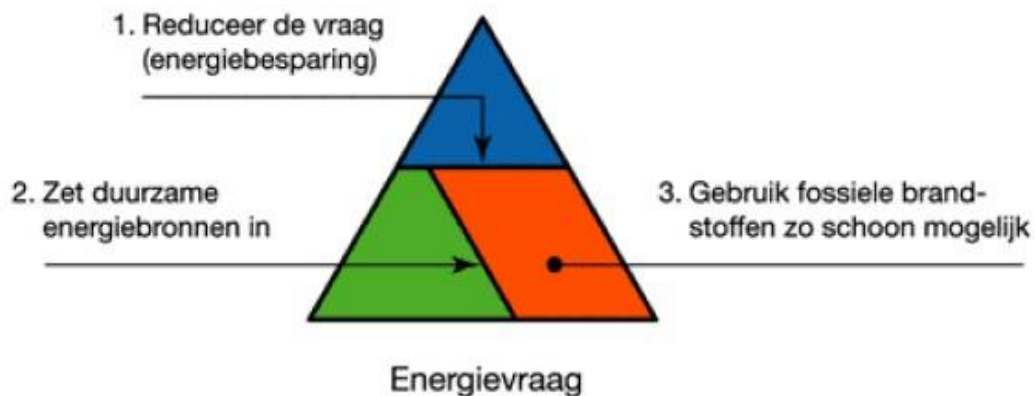
2.2 Energie

Energiezuinigheid van gebouwen is van belang voor het milieu en voor de exploitatiekosten van het gebouw.

Het ontwerpen van gebouwen dient te gebeuren volgens de Trias Energetica.

De Trias Energetica is een begrip waarmee de volgorde van drie stappen naar een zo duurzaam mogelijke energievoorziening wordt aangeduid. De drie stappen zijn:

1. beperk de vraag naar energie door toepassen van vraagbeperkende maatregelen;
2. gebruik zoveel mogelijk duurzame energiebronnen om de energie die nog nodig is op te wekken. Voor voorbeelden van duurzame energiebronnen zie paragraaf 1.1.4;
3. gebruik eindige energiebronnen efficiënt (hoog rendement).



Figuur 7 | *Trias Energetica*

Met behulp van dit drie-stappen-plan kan duidelijk gemaakt worden dat besparing de eerste noodzakelijke stap is bij milieubescherming: fossiele brandstoffen worden zeldzamer en dus duurder en schone energie is ook kostbaar. Besparen is hoe dan ook noodzaak. Bijvoorbeeld: koopt men nu spaarlampen dan kunnen die in een later stadium ook op duurzame energie branden. Het zijn dus opeenvolgende stappen en geen keuze tussen drie methoden.

Uit de figuur blijkt ook dat hoe groter de besparing is bij stap 1 (blauw vlak wordt groter) en hoe meer inzet van duurzame bronnen (groter groen vlak bij stap 2), des te geringer de vraag naar fossiele brandstoffen (kleiner oranje vlak bij stap 3).

Opmerking(en):

De schilfactor zou een goede indicator voor de energiebehoefte voor verwarmen en koelen van een gebouw kunnen zijn. De schilfactor voor utiliteitsgebouwen wordt voor het eerst ter informatie opgenomen in NEN 5128 (2004: Energieprestatie van woonfuncties en woongebouwen – Bepalingsmethode). Op dit moment is er onvoldoende kennis beschikbaar om er een getalswaarde aan toe te kennen.

De Trias Energetica richt zich op het energieverbruik. De energiebehoefte van een gebouw is in drie hoofdcategorieën te verdelen: gebouwgebonden energiegebruik, gebruikersgebonden energiegebruik en materiaalgebonden energiegebruik.



Theoretisch gezien is een berekening van de totale energievraag over de gehele levenscyclus van een gebouw het meest compleet. Dan wordt ook het materiaalgebonden energiegebruik (inclusief materialen, realisatie en sloop van een gebouw) meegenomen in de berekeningen. De berekening hiervan kent echter grote onzekerheden en er ontbreekt een algemeen geaccepteerde methodiek voor de bepaling van de hoeveelheid energie die hiermee gemoeid gaat. Omdat gebouwen steeds energie-efficiënter worden zal in de toekomst het aandeel van het materiaalgebonden energiegebruik steeds belangrijker worden.

In Nederland wordt de energievraag voorlopig nog gebaseerd op alleen het gebouwgebonden én het gebruikersgebonden energiegebruik [Bron: Agentschap NL]. Het verdient de voorkeur hierbij zoveel mogelijk aan te sluiten bij het werkelijke gebruik.

Duurzaamheid

2.2.1 Thermische isolatie

2.2.2 Luchtdoorlatendheid

Beperking van de energievraag vindt haar neerslag in de prestaties ten aanzien van:

- thermische isolatie;
- de luchtdoorlatendheid;
- energieprestatie.

Thermische isolatie en **luchtdoorlatendheid** worden beschreven in het hoofdstuk "Gebouwschil".

Duurzaamheid

2.2.3 Energieprestatie

Een te bouwen bouwwerk is voldoende energiezuinig en heeft een zo laag mogelijke CO₂-emissie van het gebouwgebonden primaire energieverbruik in de gebruiksfase.

De bepaling van de energieprestatie gebeurt volgens NEN 2916 "Energieprestatie van gebouwen - Bepalingsmethode". Dit betreft een integrale beoordeling van de energiezuinigheid van de bouwkundige onderdelen van een gebouw en de tot het gebouw behorende installaties. Door het stellen van een integrale eis aan de EPC van een gebouw, wordt aan het ontwerpteam de mogelijkheid gegeven met optimale inzet van middelen de beoogde energiezuinigheid van bouwkundige en installatietechnische componenten van een gebouw te realiseren.

Prestatieniveaus:

Basis niveau: In artikel 5.12 van het Bouwbesluit staan per gebruiksfunctie de eisen omschreven met betrekking energieprestatiecoëfficiënt.

	Klasse prestatieniveau		
	Basis	Goed	Uitstekend
Energieprestatie	Niveau Bouwbesluit (kantoorfunctie: EPC 1,1)	Minimaal 25% lager dan Bouwbesluit	Minimaal 50 % lager dan Bouwbesluit

tabel 3 | *Prestatieniveaus voor de energieprestatiecoëfficiënt.*

Bepalingsmethode: volgens NEN 2916 (Energieprestatie van gebouwen).



Opmerking(en):

Indien gebruik gemaakt wordt van energiebesparende maatregelen op gebiedsniveau, dan is de waarde van de zonder deze maatregelen bepaalde energieprestatiecoëfficiënt ten hoogste 1,33 maal de vigerende Bouwbesluiteis.

Duurzaamheid

2.2.4 Duurzame energie

Door toepassing van duurzame energietechnieken wordt de CO₂-uitstoot van het gebouw gereduceerd ten opzichte van de situatie zonder duurzame energieopwekking (= nulsituatie).

Onder duurzame energietechnieken wordt verstaan:

- Bio-energie:
 - o Biomassaboilers/-verwarmingssystemen
 - o Warmtekrachtkoppeling op biomassa of biogas
 - o ...
- Geothermische energie:
 - o Systeem met warmte- en koudeopslag
 - o Geothermische energie
 - o ...
- Zonne-energie:
 - o Zonnecollector ten behoeve van ruimteverwarming en/of warm tapwater
 - o Fotovoltaïsche zonnecellen voor stroomopwekking
 - o
- Windenergie:
 - o Windturbine
- Energie uit water:
 - o Waterkracht
 - o ...

Voor de CO₂-uitstoot van het gebouw in de nulsituatie kunnen de overeenkomstige uitkomsten van de energieprestatieberekening worden gebruikt.



Prestatieniveaus:

- Basis: In het Bouwbesluit zijn vooralsnog geen eisen opgenomen met betrekking tot het gebruik van duurzame energie.
- Goed: door toepassing van duurzame energietechnieken wordt de CO₂-uitstoot van het gebouw gereduceerd met ten minste 10% ten opzichte van de referentiesituatie zonder duurzame energieopwekking..
- Uitstekend: door toepassing van duurzame energietechnieken wordt de CO₂-uitstoot van het gebouw gereduceerd met ten minste 20% ten opzichte van de referentiesituatie zonder duurzame energieopwekking.

	Klasse prestatieniveau		
	Basis	Goed	Uitstekend
Toepassing duurzame energie	0%	10 %	20 %
Schilfactor ¹⁾	Ntb	Ntb	Ntb

tabel 4 | Prestatieniveaus duurzame energie.

1) De schilfactor voor utiliteitsgebouwen wordt voor het eerst ter informatie opgenomen in NEN 5128 (2004): *Energieprestatie van woonfuncties en woongebouwen – Bepalingsmethode*. Op dit moment is er onvoldoende kennis beschikbaar om er een getalswaarde aan toe te kennen

Bepalingsmethode: CO₂-uitstoot bepaling volgens NEN 2916 "Energieprestatie van gebouwen".
De waarde van 10 en 20% zijn conform BREEAM.

Duurzaamheid

2.3 Materiaalgebruik

2.3.1 Schaduwprijs

Het stimuleren van het gebruik van materialen met een lage milieu-impact gedurende de volledige levenscyclus van het gebouw.

Voor de beoordeling van de milieubelasting van de gebruikte materialen wordt gebruikgemaakt van de meest recente versie van de Handleiding Milieuprestatie Gebouwen (thans: versie 1.1 [1]). Binnen de beoordeling wordt gebruikgemaakt van de meest recente versie van de geharmoniseerde materialendatabank met milieugegevens per bouw materiaal (in de toekomst komt er ook een geharmoniseerde productendatabank). Het resultaat van een doorrekening met de bepalingmethode is een milieuprofiel dat uit de onderstaande 9 effecten bestaat:

- (1) Uitputting
- (2) Broeikaseffect
- (3) Ozonlaagaantasting
- (4) Smog
- (5) Humane toxiciteit
- (6) Ecotoxiciteit, water
- (7) Ecotoxiciteit, terrestisch
- (8) Verzuring
- (9) Vermesting



Ten behoeve van de vergelijkbaarheid worden de milieueffectscores gedeeld door de brutovloeroppervlakte (BVO) van het gebouw. Daarna worden de effecten door middel van een gewogen somming geaggregeerd tot één indicator. De weegfactoren en weegmethode (schaduwpreizen) zijn in de Handleiding Milieuprestatie Gebouwen vastgelegd.

Voor de levensduur worden de standaard levensduur van 50 jaar voor utiliteitsgebouwen aangehouden. Indien de werkelijke levensduur aantoonbaar afwijkt kan met de werkelijke levensduur gerekend worden.

Tools

De toe te passen tools dienen te voldoen aan:

- Handleiding milieuprestatie gebouwen & harmonisatie databases [4]
- ISO 14040 Environmental Management -LCA- Principles & Framework
- ISO 14044 Environmental Management - LCA Requirements and guidelines
- ISO 14025 Environmental labels and declarations — Type III environmental declarations — Principles and procedures
- ISO 21930 Building construction - Sustainability in building construction – Environmental declaration of building products

Voorbeelden van geschikte programma's zijn onder andere GPR-gebouw en Greencalc+.

Zie tabel 5 voor prestatieniveaus met betrekking tot de schaduwprijs van de gebruikte bouwmaterialen.

Prestatieniveaus:

- Basis: In het bouwbesluit zijn vooralsnog geen kwantitatieve eisen opgenomen met betrekking tot het gebruik van bouwmaterialen.
- Goed: Kwaliteitsklasse hoger dan Basis. Zie tabel 5 voor prestatieniveaus met betrekking tot de schaduwprijs van de gebruikte bouwmaterialen.
- Uitstekend: Kwaliteitsklasse hoger dan Goed. Zie tabel 5 voor prestatieniveaus met betrekking tot de schaduwprijs van de gebruikte bouwmaterialen.

	Klasse prestatieniveau		
	Basis	Goed	Uitstekend
Schaduwprijs	Aanleveren berekening van de materiaalgebonden milieueffecten van het betreffende bouwwerk	Milieubelasting van de gebruikte materialen ten minste 10% lager ligt dan de schaduwprijs van 0,8 euro/m ² BVO.	Milieubelasting van de gebruikte materialen ten minste 30% lager ligt dan de schaduwprijs van 0,8 euro/m ² BVO.

tabel 5 | *Prestatieniveaus materiaalgebruik.*

Bepalingsmethode: Berekening van het milieuprofiel met de Handleiding Milieuprestatie Gebouwen. Zie tabel 5 voor prestatieniveaus met betrekking tot de schaduwprijs van de gebruikte bouwmaterialen.

Opmerking:

De waarde van 0,8 euro/m² is conform BREEAM. De schaduwprijs is het voor de overheid hoogste toelaatbare kostenniveau per eenheid emissiebestrijding. De methode heeft als voordeel dat het aansluit bij de huidige economische realiteit doordat het de externe kosten zichtbaar maakt. Tevens kan bij het hanteren van de schaduwprijsmethode transparantie worden geboden. Het ondersteunt integrale analyses om doorzichtige resultaten op te leveren waar overheden en bedrijfsleven hun eigen activiteiten en de relatie met milieuthema's in kunnen herkennen.



Duurzaamheid Materiaalgebruik

2.3.2 Toepassen van lage emissie bouwmaterialen

Het bevorderen van een gezonde en goede kwaliteit van de binnenlucht doordat de gebruikte bouw- en afwerkingmaterialen een lage emissie van schadelijke, 'vluchtige organische verbindingen' en andere schadelijke stoffen veroorzaken.

De emissie van 'vluchtige organische verbindingen' uit de binnen het gebouw toegepaste 'bouw- en afwerkingsmaterialen' voldoet aan de volgende vereisten:

- Spaanderplaten, MDF, vezelplaten, houtwolplaten, triplex, multiplex, hardboard, massiefhoutplaten en geluidsisolierend board voldoen aan de emissienormen van categorie E1 uit EN 13986, waarbij de emissieconcentratie is bepaald volgens EN 717-1 (2004): of, als alternatief hiervoor, een algemeen erkend gezondheidslabel kan worden overlegd.
- Verlijmde houtdelen en -laminaten voldoen aan de emissienormen van categorie E1 uit EN 14080, waarbij de emissieconcentratie is bepaald volgens EN 717-1 of, als alternatief hiervoor, een algemeen erkend gezondheidslabel kan worden overlegd,
- Parketvloeren en verlijmde vloerdelen voldoen aan de emissienormen van categorie E1 uit EN 14342, waarbij de emissieconcentratie is bepaald volgens EN 717-1 of, als alternatief hiervoor, een algemeen erkend gezondheidslabel kan worden overlegd.
- Veerkrachtige, stoffen (textiel) of gelamineerde vloerbedekkingen, zoals vinyl, linoleum, kurk, rubber, tapijten, vloerlaminaat, voldoen aan de emissienormen van categorie E1 uit EN 14041, waarbij de emissieconcentratie is bepaald volgens EN 717-1 of, als alternatief hiervoor, een algemeen erkend gezondheidslabel kan worden overlegd.
- Plafondtegels voldoen aan de emissienormen van categorie E1 uit EN 13964, waarbij de emissieconcentratie is bepaald volgens EN 717-1 of, als alternatief hiervoor, een algemeen erkend gezondheidslabel kan worden overlegd.
- Vloerlijmen en -kitten voldoen aan de emissienormen uit EN 13999, waarbij de emissieconcentratie is bepaald volgens EN 13999-2/4.
- Verven, vernissen en lakken voldoen aan de emissienormen voor organische oplosmiddelen uit EN 13300, waarbij de emissieconcentratie is bepaald volgens EN-ISO 11890-2.

Prestatieniveaus:

- Basis: In het bouwbesluit zijn vooralsnog geen eisen kwantitatieve opgenomen met betrekking tot het toepassen van lage emissie bouwmaterialen.
- Goed: Kwaliteitsklasse hoger dan Basis. Zie tabel 6 voor prestatieniveaus met betrekking tot het toepassen van lage emissie bouwmaterialen.

	Klasse prestatieniveau		
	Basis	Goed	Uitstekend
Lage emissie bouwmaterialen	Nvt	Wel toegepast, niet aantoonbaar	Wel toegepast en aantoonbaar

tabel 6 | Prestatieniveaus lage emissie van materialen.

Bepalingsmethode: Overleggen van de betreffende certificaten.



Duurzaamheid

2.4 Definities

- **Gebouwgebonden energie;** energie die nodig is om het gebouw te verwarmen, koelen, ventileren en te verlichten.
- **Gebruikgebonden energie;** energie voor het gebruik van stekkerapparatuur, zoals computers, printers, koffieautomaat e.d.
- **Materiaalgebonden energie;** energie die nodig is voor het produceren, transporteren, monteren en demonteren/slopen van alle bij de bouw aan te brengen materialen.

Duurzaamheid

2.5 Relevante normen en documenten

- Handleiding Milieuprestatie Gebouwen
- NEN 2916 (2004) Energieprestatie van gebouwen - Bepalingsmethode
- EN 717-1 (2004): Houtachtige plaatmaterialen - Bepaling van de formaldehyde-emissie
- EN 13999 (2006): Lijmen - Kortstondige methode voor het meten van de emissie-eigenschappen van lijmen met weinig of geen oplosmiddel na behandeling
- EN-ISO 11890-2 (2006): Paints and varnishes - Determination of volatile organic compound (VOC) content - Part 2: Gas-chromatographic method)
- EN 13986 (2004): Wood-based panels for use in construction - Characteristics, evaluation of conformity and marking



3. Gebouwschil

Veel eisen in dit handboek hebben een relatie met de gebouwschil. Een aantal belangrijke kwaliteitseisen aan de gebouwschil komt echter niet aan bod en worden daarom in dit hoofdstuk besproken.

De volgende aspecten komen bij de gebouwschil aan de orde:

1. Geluidwering
2. Brandwerendheid
3. Ventilatie
4. Hygrische kwaliteit (koudebruggen, inwendige condensatie)
5. Luchtdoorlatendheid
6. Thermische kwaliteit
7. Waterdichtheid
8. Toegankelijkheid
9. Uitvoerbaarheid
10. Arbeidsomstandigheden (veiligheid)
11. Duurzaamheid

Het is verstandig deze aspecten gestructureerd te toetsen en de ontwerper van de gebouwschil onderbouwde adviezen te leveren om de (bouwtechnische 'details' van de) gebouwschil te verbeteren. Voorbeelden van oplossingen zijn te vinden in de SBR-Referentiedetails.

Een aantal van bovenstaande aspecten wordt behandeld in aparte hoofdstukken van dit handboek, (zie inhoudsopgave).

Gebouwschil

3.1 Brandwerendheid

In geval van brand moet veilig gevlucht kunnen worden en de omvang van de brand moet beperkt worden om verder schade aan de omgeving en het milieu te minimaliseren.

Aan de gevel en het dak worden vaak eisen gesteld om de vereiste brandwerendheid te realiseren. Indien een gebouw verdeeld is in brandcompartimenten dan kunnen de gevel en het dak een rol spelen om de benodigde brandscheiding te realiseren. Over het algemeen is de weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag (WBDBO) 30 of 60 minuten (NEN 6068). De verschillende brandoverslagtrajecten worden berekend en er wordt nagegaan of brandwerende voorzieningen (bijvoorbeeld brandwerend glas) moeten worden getroffen. Ook kunnen er risicovolle brandoverslagtrajecten zijn naar omliggende gebouwen, ook dan moeten er maatregelen worden getroffen. In dat geval vragen raamopeningen aandacht in het ontwerp.

Naast brandoverslag dienen de gevel- en dakdetails ook geanalyseerd te worden op branddoorslagtrajecten. De details worden dan voorzien van brandwerende materialen om dit tegen te gaan. Vaak is deze eis gecombineerd met de vereiste akoestische ontkoppelingen en dienen deze materialen ook een bepaalde akoestische kwaliteit te bezitten. Ook zijn er eisen opgenomen in het Bouwbesluit waaraan de schiloppervlakten moeten voldoen, zoals 'vliegvluur' en de bijdrage tot de brandvoortplanting.



Tenslotte bestaat de mogelijkheid dat de gevel en het dak onderdeel zijn van de hoofdconstructie (hiervoor zijn eisen opgenomen van 30, 60, 90 of 120 minuten, zie Bouwbesluit), ook dan moeten er maatregelen worden getroffen om het bezwijken van de constructie ten gevolge van brand tegen te gaan door deze constructie afdoende te beschermen. Er moet rekening mee gehouden worden dat een instortende staalconstructie een andere hoofdconstructie 'mee kan slepen'.

Prestatieniveaus:

WBDBO: 30 (vluchtweg) of 60 minuten (brandcompartimenten).

Bepalingsmethode:

NEN 6068, conform Bouwbesluit.

Gebouwschil

3.2 Hygrische kwaliteit

3.2.1 Oppervlaktecondensatie

Uit gezondheidsoverwegingen dient de kans op het ontstaan van allergenen op een uitwendige scheidingsconstructie tegengegaan te worden.

Oppervlaktecondensatie dient te worden tegengegaan door de uitwendige scheidingsconstructie (schil) voldoende thermische kwaliteit mee te geven.

Binnenklimaatklassen onderscheiden zich in de optredende dampspanning en zijn een maat voor de kans op oppervlaktecondensatie. In tabel 7 zijn de binnenklimaatklassen gedefinieerd.

	1	2	3	4
Dampdruk (Pa)	$1030 \leq p_i < 1080$	$1080 \leq p_i \leq 1320$	$1320 \leq p_i < 1430$	$p_i \geq 1430$

tabel 7 | Binnenklimaatklassen.

De binnenoppervlaktetemperatuur-factor (f-factor) dient volgens het Bouwbesluit voor een kantoor minimaal 0,5 te bedragen. De f-factor van 0,5 kan in bepaalde situaties onvoldoende blijken. Kantoren kunnen bijvoorbeeld worden voorzien van bevochtiging.

Prestatieniveaus:

Bij een binnenklimaatklasse 3 en 4 een hogere f-factoreisen. Bijvoorbeeld voor klimaatklasse 3 een f-factor tussen 0,55 en 0,70.

Bepalingsmethode:

Conform NEN 2778 (1991: *Vochtwering in gebouwen – Bepalingsmethoden*) berekening van de binnenoppervlaktetemperatuurfactor.

Opmerking(en):

Veel leveranciers beschikken over berekeningen die aantonen dat voldaan wordt aan de f-factor. Ook de SBR-Referentiedetails utiliteitsbouw zijn op dit aspect beoordeeld.



Gebouwschil Hygrische kwaliteit

3.2.2 Inwendige condensatie

In situaties waar materialen in de constructies zijn opgenomen die hun prestaties verliezen ten gevolge van vochtvestiging (bijvoorbeeld hout) zullen maatregelen getroffen moeten worden.

Meestal dient voorkomen te worden dat er in gevel- en dakconstructies inwendige condensatie optreedt. Er zijn constructies, zoals gemetselde spouwmuren, waar inwendige condensatie (tegen de binnenzijde van het buitenspouwblad) geen risico met zich meebrengt.

Om inwendige condensatie ten gevolge van dampdiffusie tegen te gaan wordt de gevel- of dakconstructie geanalyseerd en wordt zondig een dampremmende laag in de constructie opgenomen.

De analyse dient meestal rekenkundig ondersteund te worden met een dampdiffusieberekening (Glaser, Match, Glasta, of gelijkwaardig). Om damptransport door convectie tegen te gaan is een luchtdichte gebouwschil nodig. De luchtdichtingen dienen aan de 'warme zijde' van de constructie te worden aangebracht. Zie voor meer informatie: NPR 2652, SBR-Referentiedetails, SBR-praktijkboek Bouwphysica en SBR-publicatie Luchtdicht Bouwen.

De meeste adviseurs beschikken over voldoende kennis en rekenmodellen om de gevel en dakconstructies zorgvuldig te ontwerpen op dit aspect. Toch hebben de samenstellers van dit handboek besloten enige richting aan te geven door uitgangspunten en prestatieniveau (criteria) te presenteren. In de tabellen 8, 9a en 9b worden de maandgemiddelden gegeven voor de buitentemperatuur, de binnentemperatuur en de relatieve luchtvochtigheid. Desgewenst kan ook gebruik worden gemaakt van de binnenklimaatklassen en gegevens voor de berkenning van condensatie zoals die in de NEN –EN 13788 worden gegeven.

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
Te [°C]	2,8	3,0	5,8	8,3	12,7	15,2	17,4	17,2	14,2	10,3	6,2	4,0
rv [%]	88	85	81	76	74	77	77	78	84	86	88	89

Uitgangspunten:

tabel 8 | *Buitenklimaat.*

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
Ti [°C]	22,0	21,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	21,0	22,0	23,0	23,0
rvi [%]	58	50	43	39	36	35	39	43	50	57	60	60

tabel 9a | *Binnenklimaat kantoor.*

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
Ti [°C]	22,0	21,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	21,0	22,0	23,0	23,0
rvi [%]	63	55	48	44	41	40	45	48	55	61	65	65

tabel 9b | *Kantoor met hoge bezetting (bovengrens klimaatklasse II).*



Prestatieniveau (beoordelingscriteria)

- vocht dat tijdens de condensatieperiode condenseert in de constructie moet weer verdwijnen tijdens de droogperiode (zomer) (geen accumulatie van vocht)
- de inwendige condensatie mag niet meer bedragen dan volgt uit onderstaande toetscriteria:

Materiaal	max. hoeveelheid. [g/m ²]
• steenachtig, vorstbestendig, buitenzijde dampremmende laag	50. $\psi_c \cdot d$
• steenachtig, niet vorstbestendig	50. $\psi_o \cdot d$
• hout, organische materialen	30. $\rho_m \cdot d$
• niet vochtbestendig verlijmd plaatmateriaal	50
• niet capillaire folie, bij kans op lekkage naar binnen	100
• isolatiematerialen	500

tabel 10 | Toelaatbare hoeveelheid vocht – toename door inwendige condensatie met

ψ_c	kritisch watergehalte [m ³ / m ³]
ψ_o	maximaal watergehalte [m ³ / m ³]
ρ_m	de soortelijke massa van het materiaal [kg/m ³]
d	dikte van de materiaallaag [m]

Bepalingsmethode:

Dampdiffusieberekening (Glaser, Match, Glasta, of gelijkwaardig).

Opmerking(en):

- Naast inwendige condensatie ten gevolge van dampdiffusie, kan inwendige condensatie ook ontstaan door convectie (luchtstroming door de gebouwschil). De condensatiehoeveelheid kan dan aanzienlijk zijn en tot grote schade leiden. Convectie wordt tegengegaan door luchtdicht te bouwen.
- Voorkom grote hoeveelheden bouwvocht. Teveel bouwvocht leidt tot hoge stookkosten de eerste jaren en kan in bepaalde situaties tot grote schade leiden.

Gebouwschil

3.3 Waterdichtheid

De gebouwschil dient waterdicht te zijn tegen alle vochtinvloeden van buiten.

Dat betekent niet alleen dat hemelwater niet door mag dringen tot het binnenmilieu, maar ook dat oppervlaktewater en grondwater door capillair transport niet het binnenoppervlak van de uitwendige scheidingsconstructie mag bereiken.

Het Bouwbesluit stelt de eis dat de uitwendige scheidingsconstructie waterdicht moet zijn, dit betekent dat water niet 'zichtbaar' mag zijn aan de binnenzijde en dat het vastgelegde evenwichtsvochtgehalte niet mag worden overschreden. De bepalingmethoden om dit vast te stellen staan in NEN 2778 (1991: Vochtwering in gebouwen – Bepalingmethoden). Ook zijn laboratoriumproeven beschreven om dit vast te leggen.

**Prestatieniveaus:**

Water mag niet 'zichtbaar' zijn aan de binnenzijde.

Het hygroscopisch evenwichtvochtgehalte mag niet worden overschreden.

Bepalingsmethode:

Volgens NEN 2778 (1991: Vochtwering in gebouwen – Bepalingsmethoden).

Opmerking(en):

In de praktijk wordt vooral de beregeningsproef gebruikt. Achter een gevelement wordt een 'kast' gebouwd die op onderdruk wordt gezet. Vervolgens wordt gedurende een bepaalde tijd een bepaalde hoeveelheid water tegen de gevel gespreeid. Vanzelfsprekend is de constructie niet waterdicht als dit water aan de binnenzijde doordringt.

Voorkomen is beter dan genezen en daarom dienen de details van de gebouwschil zorgvuldig ontworpen te worden. De NPR 2652 (2008: Vochtwering in gebouwen - Wering van vocht van buiten en wering van vocht van binnen - Voorbeelden van bouwkundige details) geeft aanwijzingen, die zijn overgenomen in de SBR-Referentiedetails. Gestructureerd toetsen van de details in de VO-, DO- en bestekfase en tijdens de werkvoorbereiding voorkomt grotendeels dat de details niet correct worden ontworpen. Vervolgens bepaalt het vakmanschap van de uitvoerende partijen of de gevraagde prestatie wordt gerealiseerd. Ook hier zijn gestructureerde inspecties noodzakelijk om klachten op langere termijn te voorkomen.

Gebouwschil**3.4 Thermische isolatie**

De warmteweerstand van de gebouwschil moet zodanig zijn dat warmteverliezen in de winterperiode worden beperkt, zonder dat in de zomerperiode teveel warmte wordt vastgehouden.

Bepaling van de thermische isolatie gebeurt volgens NEN 1068 (2001: "Thermische isolatie van gebouwen – Rekenmethode").

De prestatie-eisen hebben betrekking op:

- Een uitwendige scheidingsconstructie van een verblijfsgebied, een toiletruimte of een badruimte.
- Een constructie die de scheiding vormt tussen een verblijfsgebied, een toiletruimte of een badruimte en een kruipruimte, met inbegrip van de op die constructie aansluitende delen van andere constructies, voor zover die delen van invloed zijn op de warmteweerstand.
- Een inwendige scheidingsconstructie die de scheiding vormt tussen een verblijfsgebied, een toiletruimte of een badruimte, en een ruimte die niet wordt verwarmd of die wordt verwarmd voor uitsluitend een ander doel dan het verblijven van mensen.

Uitgezonderd is een deel van de totale oppervlakte aan scheidingsconstructies, dat overeenkomt met ten hoogste 2% van de gebruiksoppervlakte van de gebruiksfunctie.

Basis-eis: In artikel 5.2 van het Bouwbesluit (2012) staan de eisen aan warmteweerstand en de warmtedoorgangscoefficiënt van uitwendige scheidingsconstructies.



Prestatieniveaus:			
Thermische isolatie	Klasse prestatieniveau		
	Basis	Goed	Uitstekend
	Dichte delen: $R_c \geq 3,5 \text{ m}^2\text{K/W}$ Ramen en deuren: U-waarde $\leq 2,2 \text{ W/m}^2$	Dichte delen: $R_c \geq 5,0 \text{ m}^2\text{K/W}$ Ramen en deuren: U-waarde $\leq 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$	Dichte delen: $R_c \geq 6,5 \text{ m}^2\text{K/W}$ Ramen en deuren: U-waarde $\leq 0,8 \text{ W/m}^2$

tabel 11 | *Prestatieniveaus thermische isolatie.***Bepalingsmethode:** volgens NEN 1068**Opmerking(en):**

Waarborging thermische kwaliteit gebouwschil. Geadviseerd wordt om tijdens de opleveringsfase van het gebouw een thermografisch onderzoek door een gekwalificeerd bouwfysisch bureau uit te laten voeren, dat voldoet aan de eisen die hieraan zijn gesteld in NEN-EN 13187 (1998: Thermische eigenschappen van gebouwen – Kwalitatieve detectie van thermische onregelmatigheden in de gebouwschil – Infraroodmethode¹⁾). De uitvoerende partij dient er vooraf van op de hoogte te zijn dat de betreffende onderzoeken plaatsvinden, omdat alleen dan de gewenste verbetering van de bouwkwaliteit ook zal plaatsvinden.

Gebouwschil**3.5 Luchtdoorlatendheid**

Een te bouwen bouwwerk heeft een zodanige luchtdoorlatendheid dat het warmteverlies, en daarmee het energieverbruik, als gevolg van infiltratie en exfiltratie wordt beperkt.

Bepaling van de luchtdoorlatendheid gebeurt volgens NEN 2686 “Luchtdoorlatend van gebouwen - Meetmethode”. Er dient bij minimaal 5 drukverschillen over de uitwendige scheidingsconstructie gemeten te worden. De meetresultaten worden na regressieanalyse in een dubbel-logaritmische grafiek uitgewerkt, waarna het meetresultaat bij 10 Pa afgelezen kan worden. De bijbehorende toetsingsdrukken zijn opgenomen in onderstaande tabel.

Klasse ¹⁾	Gebouwhoogte [m]	Toetsingsdruk [Pa]
B15	15	150
B40	40	200
B100	100	250
K15	15	300
K40	40	350
K100	100	400

1) Klasse K dient te worden toegepast in de volgende gebieden: provincie Noord-Holland, Waddengebied, IJsselmeergebied en een zone van 2,5 km vanaf het Noordzeestrand. Klasse B dient te worden toegepast in het overige gebied van Nederland

tabel 12 | *Toetsingsdruk voor de beproeving van de luchtdoorlatendheid.*

In artikel 5.9 van het Bouwbesluit staat: De luchtvolumestroom van het totaal aan verblijfsgebieden, toiletruimten en badruimten van een gebruiksfunctie is niet groter dan 0,2 m³/s.



Prestatieniveaus:

	Klasse prestatieniveau		
	Basis	Goed	Uitstekend
Luchtdoorlatendheid (= luchtdoorlatendheidscoëfficiënt)	Luchtvolumestroom bij gevel als geheel: <ul style="list-style-type: none"> Gevel met te openen ramen: $1,8 \cdot 10^{-3}$ m³/s·m² geveloppervlakte Zonder te openen ramen: $0,5 \cdot 10^{-3}$ m³/s·m² geveloppervlakte 	Luchtvolumestroom bij gevel als geheel: <ul style="list-style-type: none"> Gevel met te openen ramen: $1,44 \cdot 10^{-3}$ m³/s·m² geveloppervlakte Zonder te openen ramen: $0,4 \cdot 10^{-3}$ m³/s·m² geveloppervlakte 	Luchtvolumestroom bij gevel als geheel: <ul style="list-style-type: none"> Gevel met te openen ramen: $1,15 \cdot 10^{-3}$ m³/s·m² geveloppervlakte Zonder te openen ramen: $0,3 \cdot 10^{-3}$ m³/s·m² geveloppervlakte
Luchtdoorlatendheid	Afzonderlijke delen, per kierlengte: <ul style="list-style-type: none"> C_{vast} = 0,0025 dm³/s·m¹ C_{draaiend} = 0,12 dm³/s·m¹ C_{dakrand} = 0,0050 dm³/s·m¹ C_{tund} = 0,0050 dm³/s·m¹ 	Afzonderlijke delen, per kierlengte: <ul style="list-style-type: none"> C_{vast} = 0,0020 dm³/s·m¹ C_{draaiend} = 0,08 dm³/s·m¹ C_{dakrand} = 0,0040 dm³/s·m¹ C_{tund} = 0,0040 dm³/s·m¹ 	Afzonderlijke delen, per kierlengte: <ul style="list-style-type: none"> C_{vast} = 0,0015 dm³/s·m¹ C_{draaiend} = 0,06 dm³/s·m¹ C_{dakrand} = 0,003 dm³/s·m¹ C_{tund} = 0,0030 dm³/s·m¹

tabel 13 | *Prestatieniveaus luchtdoorlatendheid.*

Bepalingsmethode: volgens NEN 2686 “Luchtdoorlatend van gebouwen.”

Opmerking(en):

Waarborging luchtdichtheid gebouwschil. Geadviseerd wordt om tijdens de opleveringsfase van het gebouw een luchtdoorlatendheidsmeting uit te laten voeren, die voldoet aan de eisen die hieraan zijn gesteld in NEN-EN NEN 2686 “Luchtdoorlatendheid van gebouwen – Meetmethode”

Gebouwschil

3.6 Toegankelijkheid

Een gebouw moet toegankelijk zijn voor mindervaliden.

Daarom dienen veel gebouwen (volgens het Bouwbesluit) een toegankelijkheidssector te bezitten. Dat betekent onder andere dat een entree van een gebouw een maximale drempelhoogte (aan de buiten- en binnenzijde) van 20 mm mag hebben. Om de waterdichtheid van de gebouwschil te garanderen dient het onderdorpeldetail van de entrepui goed ontworpen te worden (raadpleeg de SBR-Referentiedetails).

Prestatieniveaus:

Drempelhoogte ≤ 20 mm / 40% vg toegankelijkheidssector.

Bepalingsmethode:

Details en plattegrond beoordelen.



Gebouwschil

3.7 Uitvoerbaarheid

Vanuit kwaliteit en kostenbeheersing is de uitvoerbaarheid een belangrijk beoordelingscriterium.

Er moet voorkomen worden dat in de details verschillende bouwmethodieken worden gebruikt. De werkvolgorde in de details dient daarom consequent te zijn. Bepaal op basis van het PvE en de situatie (in verband met de (on)mogelijkheden op het gebied van logistiek) een uitvoeringsconcept en verwerk dit consequent in het bouwtechnisch ontwerp. Een stelregel hierbij is dat hoe eenvoudiger en repeterender een detail wordt ontworpen, des te minder kans op uitvoeringsfouten, onvoldoende waterdichtheid of geluidwering.

Prestatieniveaus:

Onderbouwd uitvoeringsconcept.

Bepalingsmethode:

Visuele controle.

Gebouwschil

3.8 Arbeidsomstandigheden tijdens bouw

De Arbowet eist een veilige werkomgeving

De arbeidsomstandigheden dienen bij het maken van een uitvoeringsconcept een punt van aandacht te zijn. Het ontwerp Veiligheids- en Gezondheidsplan (V&G-plan) dient tijdens het ontwerpen opgesteld te worden en dus niet pas achteraf. Veiligheidsvoorzieningen kosten veel geld, vooral als het gebouw niet efficiënt kan worden gerealiseerd. Zie voor meer informatie de A-bladen van de Stichting Arbowet en de AI-bladen van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid.

Prestatieniveaus:

Conform Arbo-wetgeving.

Bepalingsmethode:

Toetsen van V&G plan ontwerp en uitvoering.

Gebouwschil

3.9 Relevante normen en documenten

NEN 1068: (2001) "Thermische isolatie van gebouwen – Rekenmethode"

NEN 2778: (1991) Vochtwerking in gebouwen – Bepalingsmethoden

NEN-EN 13187: (1998) "Thermische eigenschappen van gebouwen" – Kwalitatieve detectie van thermische onregelmatigheden in de gebouwschil – Infraroodmethode.

NEN-EN NEN 2686: (1998) "Luchtdoorlatendheid van gebouwen – Meetmethode"

NPR 2652 (2008): Vochtwerking in gebouwen - Wering van vocht van buiten en wering van vocht van binnen - Voorbeelden van bouwkundige details.

SBR-praktijkboek Bouwfysica.

SBR-publicatie Luchtdicht Bouwen.

SBR-referentiedetails



4. Stedenbouwfysisch comfort; luchtkwaliteit

4.1 Windhinder

De eisen aan windhinder en windgevaar dienen om een verantwoord windklimaat in de gebouwde omgeving te bereiken.

Er zijn geen "nationale" wettelijke eisen of publiekrechtelijke normen inzake windhinder of windgevaar. Wel hebben sommige lokale overheden eisen gesteld aan het windklimaat, veelal als onderdeel van een hoogbouw-effect rapportage. Door NEN is in 2006 de privaatrechtelijke norm NEN 8100 'windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving' gepubliceerd.

Het windklimaat wordt meestal bepaald door niet alleen één enkel gebouw, maar door het samenstel van gebouwen: door een gebouw tezamen met de omringende gebouwen – waarbij ook de obstakels in de wijdere omgeving nog (enige) invloed hebben.

De NEN 8100 (2006): Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving, biedt de mogelijkheid om in bepaalde gebieden eisen aan het windklimaat te formuleren in kwaliteitsklassen, afhankelijk van de windhindergevoeligheid van de activiteit die maatgevend wordt geacht voor elk gebied.

NEN 8100 Beslismodel en beoordelingscriteria

De beoordeling van het windklimaat wordt uitgevoerd aan de hand van de NEN 8100 'Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving'. In deze norm wordt onder andere aangegeven in welke situaties windonderzoek noodzakelijk geacht wordt en worden criteria (richtlijnen) voor de beoordeling van het windklimaat gegeven.

Hoogte en ligging van het bouwplan	Noodzaak van toetsing (windtunnel of CFD)
Beschut* liggende gebouwen tot een hoogte van 15 m	geen nader onderzoek noodzakelijk
Beschut* liggende gebouwen met een hoogte van 15 tot 30 meter Onbeschut liggende gebouwen tot een hoogte van 30 m	de hulp van een windhinderdeskundige is noodzakelijk om te beoordelen of er wel of geen onderzoek noodzakelijk is
Gebouwen met een hoogte vanaf 30 meter	nader onderzoek noodzakelijk

tabel 14 | *Beslismodel NEN 8100.*

* Om te beoordelen of een bouwwerk beschut ligt, dienen alle obstakels (boomkruinen en gebouwen) in een straal van 300 m rondom het bouwwerk beschouwd te worden. Wanneer deze 20% van de totale oppervlakte beslaan, het bouwwerk niet meer dan 50% boven de gemiddelde hoogte van de obstakels uitsteekt en de afstand tussen het bouwwerk en de obstakels niet groter is dan 10 x de gemiddelde hoogte van de obstakels, ligt het bouwwerk 'beschut'.



Bij de beoordeling van het windklimaat wordt in NEN 8100 onderscheid gemaakt tussen hinder (= 'comfort') en gevaar ten gevolge van wind.

Criteria voor windhinder

Het criterium voor de beoordeling van windhinder is uit de volgende onderdelen opgebouwd:

1. *Een drempelsnelheid ter beoordeling van windhinder*

De drempelsnelheid bedraagt 5 m/s;

2. *Een overschrijdingskans van deze drempelsnelheid.*

Hoe vaker de drempelsnelheid van 5 m/s overschreden wordt, hoe slechter het windklimaat ervaren zal worden. Aan de kans dat de drempelsnelheid van 5 m/s overschreden wordt zijn 5 kwaliteitsklassen (A tot en met E) gekoppeld. Het beste windcomfort wordt gevonden in klasse A, klasse E staat voor het laagste kwaliteitsniveau.

3. *Windhindergevoeligheid van de activiteit die men op een locatie onderneemt.*

Bij de criteria ten aanzien van windhinder wordt rekening gehouden met de activiteit die maatgevend of kenmerkend voor een gebied wordt geacht. Een gebied kan gezien worden als een duidelijk afgebakend deel van de openbare ruimte: 'plein' of 'trottoir', maar ook als een nader aan te wijzen zone voor een entree (entreegebied). Afhankelijk van de windhindergevoeligheid van die activiteit wordt een overschrijding van de drempelsnelheid geaccepteerd.

Er worden bij de beoordeling van windhinder drie 'activiteiten' onderscheiden:

- Doorlopen: Niet / nauwelijks windhindergevoelig, bijvoorbeeld: parkeerterrein, trottoir;
- Slenteren: Wel windhindergevoelig, bijvoorbeeld: entree, park, winkelstraat;
- Langdurig zitten: Meest windhindergevoelig, bijvoorbeeld: terras, bankje in park;

Afhankelijk van de activiteit wordt aangegeven of het lokale windklimaat, bij een bepaalde overschrijding van de drempelsnelheid (= kwaliteitsklasse) als goed, matig of slecht voor de activiteit beoordeeld wordt, zoals aangegeven in tabel 15.

Prestatieniveaus:					
Kans dat de drempelsnelheid (5 m/s) overschreden wordt [% van aantal uren per jaar]	> 20 %	10 - 20 %	5 - 10 %	2,5 - 5 %	< 2,5 %
Kwaliteitsklasse	E	D	C	B	A
Activiteiten en beoordeling windklimaat					
Doorlopen (niet gevoelig)	Slecht	Matig	Goed	Goed	Goed
Slenteren (wel gevoelig)	Slecht	Slecht	Matig	Goed	Goed
Langdurig zitten (meest gevoelig)	Slecht	Slecht	Slecht	Matig	Goed

tabel 15 | Beoordeling van het windklimaat.

Bepalingsmethode:

Zie NEN 8100



Opmerking(en):

Noodzakelijkheid van windonderzoek: beslismodel

Om snel en eenvoudig de noodzaak van toetsing van een bouwplan ten aanzien van windhinder in te schatten is in de NEN 8100 een beslismodel opgezet. Dit beslismodel is vooral van toepassing indien het ambitieniveau niet zo hoog is: kwaliteitsklasse C of D. Wordt een zeer goed windklimaat nagestreefd (kwaliteitsklasse A of B) dan kan ook voor een bouwplan waar op grond van het beslismodel volgens de NEN 8100 geen onderzoek noodzakelijk is, een onderzoek naar het windklimaat nodig zijn om de maatregelen te bepalen die nodig zijn om dat hoge ambitieniveau te bereiken.

Windhinder wordt in de norm beoordeeld voor gezonde en vitale mensen. Als een gebouw bedoeld is voor kleine kinderen, invaliden en bejaarden, zou men strengere normen moeten hanteren dan NEN 8100 hanteert.

Geadviseerd wordt om bij een hoog ambitieniveau een windhinderdeskundige een (kwalitatief) vooronderzoek te laten uitvoeren, waarbij nagegaan dient te worden of er een noodzaak is van toetsing van de bouwplannen door een (kwantitatief) windtunnel- of CFD-onderzoek.

Stedenbouwfysisch comfort

4.2 Windgevaar

Met 'windgevaar' worden zodanig hoge windsnelheden bedoeld dat mensen ernstige problemen ondervinden tijdens het lopen.

Criteria voor windgevaar

Voor windgevaar wordt een drempelsnelheid van 15 m/s (uurgemiddelde windsnelheid) aangehouden.

Prestatieniveaus:

Kans dat de drempelsnelheid (15 m/s) overschreden wordt [% van aantal uren per jaar]	> 0,3 %	0,05 - 0,3 %	< 0,05 %
kwalificatie	gevaarlijk	beperkt risico	geen gevaar, voldoet
kwaliteitsklasse	onderzoek NEN 8100 uitvoeren	goed	uitstekend

tabel 16 | *Criteria voor windgevaar volgens NEN 8100.*

Opmerkingen:

Een 'beperkt risico' is slechts acceptabel bij niet windhindergevoelig gebruik, te weten de activiteit 'doorlopen' of voor plekken waar geen activiteit zal plaatsvinden (geen entrees, loop- of fietsroutes). Voor de activiteiten slenteren en langdurig zitten is een beperkt risico op gevaar niet acceptabel.

Alle situaties met een overschrijdingskans groter dan 0,30 % van de tijd zijn evident gevaarlijk en behoren te allen tijde te worden vermeden; het publiek mag hier niet aan worden blootgesteld.



Stedenbouwfysisch comfort

4.3 Bezinning en beschaduwing

Eisen aan beschaduwing (of bezinning) dienen om een goed 'klimaat' te verzekeren.

Er zijn geen wettelijke eisen of publiekrechtelijke normen inzake bezinning of beschaduwing. Wel hebben sommige lokale overheden eisen gesteld, soms als toets voor in principe ieder bouwplan, soms als onderdeel van een hoogbouw-effect rapportage. Beschaduwing wordt in een stedelijke omgeving veelal niet alleen door één enkel gebouw veroorzaakt, maar door alle gebouwen.

Door de realisatie van een gebouw kan er een reductie van de zonbestraling op een gevel van een ander gebouw of een terrein optreden. Eisen aan bezinning of beschaduwing kunnen gesteld worden om verschillende redenen:

- het vermijden van hinder door te langdurige beschaduwing van de gevels van omliggende gebouwen;
- het vermijden van hinder door te langdurige beschaduwing van gebieden in de buitenlucht bestemd voor langdurig zitten.

Uit onderzoeken blijkt dat 91 tot 95% van bewoners graag zon in de woning heeft. Daarbij bestaat een duidelijk verschil in waardering van de periode dat "zoninstraling" gewenst is, afhankelijk van de bestemming van het vertrek dat aan de gevel is gesitueerd. Zo is de behoefte aan zoninstraling in de woonkamer en de keuken beduidend groter dan voor een slaapkamer.

Voor utiliteitsgebouwen is er geen duidelijke wens voor bezinning – eerder wordt bezinning van een gevel van bijvoorbeeld een kantoorgebouw als onwenselijk ervaren.

Er zijn geen wettelijke eisen, wel is er een redelijk algemeen geaccepteerd ambitieniveau dat aansluit bij de zogenaamde 'lichte TNO-norm'.

Prestatieniveaus:

Beschaduwing (door kantoorpanden) voor bezinning van gevels van woningen

Als richtlijn kan aangehouden worden dat gedurende ten minste 8 maanden per jaar (19 februari tot 21 oktober) ten minste 2 uur per dag bezinning van het midden van de gevel van een woning op 1,5 m boven maaiveld mogelijk moet zijn. Daarbij wordt de mogelijke bezinningsduur bij een zonshoogte van minder dan 10° niet meegerekend.

Bepalingsmethode:

Zonsimulatie programma.

Opmerkingen:

Er zijn gemeenten die een sommatie van de bezinningsduur van verschillende gevels toestaan voor vertrekken in een woning die daglichtopeningen in verschillende gevels hebben.



Stedenbouwfysisch comfort

4.4 Reflectie van (zon-) licht op de gevels van een gebouw

Eisen aan de reflectiecoëfficiënt van een gebouw dienen om hinder door reflectie van (zon-) licht tegen de gevels van een gebouw te voorkomen.

Er zijn geen wettelijke eisen of publiekrechtelijke normen inzake de reflectie van licht door gebouwen. Wel zijn er in het verleden projecten gerealiseerd die tot een zodanige hinder hebben geleid dat er juridische procedures over zijn gevoerd.

Criteria voor de reflectiecoëfficiënt van de gevels van gebouwen

In dit hoofdstuk wordt een classificatie voor de buitenlichtreflectie van gevels gehanteerd. De eisen gelden aan de buitenlichtreflectiecoëfficiënt van elk materiaal dat is toegepast als gevelafwerking aan de buitenzijde van het gebouw, er mag geen toetsing aan een gemiddelde lichtreflectiecoëfficiënt plaatsvinden. Voor beglazingen dient de buitenlichtreflectie RL_{ext} bepaald te zijn volgens EN 410.

Prestatieniveaus:

Klasse buitenlichtreflectie	Waardeoordeel	Buitenlichtreflectie [%]
Klasse A	Goed	$RL_{\text{ext}} \leq 15\%$
Klasse B	Verantwoord	$15 < RL_{\text{ext}} \leq 20\%$
Klasse C	Matig	$20 < RL_{\text{ext}} \leq 30\%$
Klasse D	Slecht	$RL_{\text{ext}} > 30\%$

tabel 17 | Klasse-indeling en waardering van buitenlichtreflectie.

Opmerkingen:

Klasse A is te zien als een basisniveau voor de kwaliteit ten aanzien van de buitenlichtreflectie, waarbij het oordeel goed is. In deze klasse valt het grootste deel van de in 2011 gebruikelijke beglazing, inbegrepen de (licht-) zonwerende beglazingen.

Klasse B omvat beperkt reflecterende gevelafwerkingen, waaronder de beglazingen die als 'licht reflecterend' beschouwd mogen worden.

Klasse C omvat de reflecterende gevelafwerkingen, waaronder de beglazingen die als 'reflecterend' beschouwd moeten worden. Bij gebouwen die voorzien zijn van gevelafwerkingen die in klasse C vallen kan hinder door lichtreflectie optreden.

Er zijn vele typen beglazing die een buitenlichtreflectie van minder dan 15% hebben: het gewone blanke floatglas (zowel enkel als dubbelglas), HR++-beglazing en meerdere typen zonwerende beglazing. Ook in de zonwerende beglazingen zijn meerdere glastypen van verschillende fabrikanten leverbaar met een buitenlichtreflectie van minder dan 15% en een absolute zontoetredingsfactor (ZTA-waarde) van niet meer dan 30%.



Stedenbouwfysisch comfort

4.5 Waterberging

Het waterbeleid van de overheid is gericht op een veilig en goed bewoonbaar land met gezonde, duurzame watersystemen.

Voor het realiseren van een nieuwbouwplan is het verplicht een zogenaamde watertoets-procedure te volgen. Doel van het watertoetsproces is het expliciet en op evenwichtige wijze meewegen van waterhuishoudkundige doelstellingen bij alle ruimtelijke plannen en besluiten die relevant zijn voor de waterhuishouding op wijkniveau.

In het kader van de watertoets dient de initiatiefnemer de waterbeheerder op de hoogte te stellen van de plannen. In overleg met de waterbeheerder worden dan uitgangspunten vastgelegd omtrent de waterhuishouding. In samenspraak met het waterschap wordt een voorontwerp gemaakt voor de waterhuishoudkundige voorzieningen. Dit voorontwerp wordt door het waterschap getoetst en voorzien van een wateradvies. Uiteindelijk wordt het voorontwerp verantwoord in de waterparagraaf in de toelichting op het plan of besluit (bijvoorbeeld een bestemmingsplan).

Bij elk watertoetsproces is er sprake van maatwerk. Welke maatregelen er getroffen dienen te worden zijn ondermeer afhankelijk van het beleid van het ter plaatse werkzame waterschap. Over het algemeen kan echter wel gesteld worden dat de situatie van het water door de ruimtelijke ingreep in ieder geval niet mag verslechteren. Kansen om bestaande ongewenste situaties te verbeteren moeten zoveel mogelijk worden benut.

Het voorkomen van afwenteling van hemelwater door het hanteren van de drietrapsstrategie "Vasthouden-Bergen-Afvoeren" staat hierbij centraal. Voor de waterkwaliteit is het uitgangspunt "stand still - step forward". Watersysteembenadering en integraal waterbeheer dienen als handvatten voor het benutten van de natuurlijke veerkracht van een watersysteem.

Onderwerp	Doel	nadelen
Groene daken (vegetatiedaken, sedumdaken)	vasthouden en gedeeltelijk verdamping van hemelwater. <i>nevendoel</i> - vergroening van stedelijk gebied	architectonisch niet wenselijk, onderhoud (hoogte) en effectiviteit
Natte daken	vasthouden en berging van hemelwater. Afvoer middels infiltratie in de bodem (100% afkoppeling)	constructie eis (draagkracht), beperk toegang en gebruik van dak (installaties, raamwassysteem) en onderhoud
Waterdoorlatende verharding	vasthouden van hemelwater. Afvoer middels infiltratie in de bodem (100% afkoppeling)	niet wenselijk bij slecht doorlatende deklaag + hoge grondwaterstand. Kans op wateroverlast
Waterbergende weg (bv. 'Aquaflow')	vasthouden, berging en zuivering van hemelwater. Afvoer middels infiltratie in de bodem (100% afkoppeling)	niet wenselijk bij slecht doorlatende deklaag + hoge grondwaterstand. Kans op wateroverlast
Oppervlaktewater¹ (bv. vijver of sloot)	vasthouden en berging van hemelwater. Afvoer middels infiltratie in de bodem (100% afkoppeling)	niet wenselijk bij beperkte ruimte voor het realiseren van oppervlakte water. Gaat ten koste van groen voor recreatie.
Bovengronds infiltreren (bv.	vasthouden van hemelwater. Afvoer middels infiltratie in de bodem	niet wenselijk bij slecht doorlatende deklaag + hoge grondwaterstand. Kans op wateroverlast



Wadi² of infiltratievelden)	(100% afkoppeling)	
Ondergronds infiltreren (bv infiltratiekoffers of IT-riool³)	vasthouden en berging van hemelwater. Afvoer middels infiltratie in de bodem (100% afkoppeling)	niet wenselijk bij slecht doorlatende deklaag + hoge grondwaterstand. Kans op wateroverlast
Meestromen hemelwater in het straatprofiel	maatregel die meer gericht is op schadereductiecapaciteit waarbij de straat wordt ingericht als afvoergoot	Wateroverlast verkeer bij extreme buien
Hergebruik van hemelwater	minder afvoer van schoon hemelwater naar RWZI en minder gebruik van drinkwater	Relatief hoge investering
Algemeen	Duidelijke communicatie naar planners en bewoners is noodzakelijk bij het 100% afkoppelen, omdat vervuiling van het water nu niet meer gezuiverd wordt bij RWZI, maar bij infiltratie terecht komt in de bodem. Vervuiling zal voorkomen moeten worden, denk aan autowassen op straat, uitwerpselen van honden op straat, uitloging van materialen, olie of ander afval. Tevens zijn aanvullende maatregelen nodig: hondenuitlaatzones en bijbehorende afvalbakken, een speciale autowasplek en filters. Het zichtbaar maken van de waterafvoer is tevens een communicatiemiddel.	

tabel 18 | Ontwerpmogelijkheden voor waterberging.

1. Uitgangspunt van waterschappen is dat voor het verkrijgen en in stand houden van een veerkrachtig en gezond functionerend watersysteem bij voorkeur 10 % oppervlaktewater binnen een (nieuw in te richten) plangebied aanwezig moet zijn. Het systeem is dan kwantitatief en kwalitatief voldoende gedimensioneerd.
2. Wadi's zijn een soort van greppels waarbij in de bovenlaag zand en humusrijke grond zijn aangebracht.
3. IT-riool is een drainerende buis omhuld met kiezel en geotextiel.

Voor het realiseren van een nieuwbouwplan is het verplicht een zogenaamde watertoets-procedure te volgen.

Voor het ontwerp worden een drietal ambitieniveaus geïntroduceerd. Deze ambitieniveaus zijn gekoppeld aan de mate van afkoppeling en hergebruik van hemelwater binnen een projectgebied. In alle gevallen geldt dat er een watertoets doorlopen zal worden. Dit kan resulteren in een minimum aan te houden ambitieniveau.

Prestatieniveaus:

- A. 5% van het hemelwater wordt hergebruikt, er is 100% afkoppeling van hemelwater.
- B. 2,5% van het hemelwater wordt hergebruikt, er is 50% afkoppeling van hemelwater
- C. Basis variant (minimale verplichting/inspanning).

klasse		A (uitstekend)	B (goed)	C (basis)
hemelwater	hergebruik	5%	2,50%	minimale verplichting
	afkoppeling	100%	50%	/inspanning).

tabel 19 | Ambitieniveaus voor hergebruik en afkoppeling van hemelwater.



Opmerkingen:

ad A (uitstekend).

Bij de hoogste ambitie wordt uitgegaan van volledige afkoppeling van hemelwater binnen het projectplan. Hierbij zal in eerste instantie hergebruik (besproeiing, toiletspoeling enz) zo veel mogelijk uitgewerkt worden waarbij het resterend hemelwater wordt geïnfiltreerd (eventueel via een berging). Eventueel in samenwerking met nieuwe of bestaande bouw direct naast of in de nabijheid van de ontwikkelingslocatie.

ad B (goed)

Bij de hogere ambitie wordt uitgegaan van de basis waarbij met beperkte investeringen invulling wordt gegeven aan een aantal extra aspecten waarbij hemelwater afgekoppeld of hergebruikt kan worden. De infiltratie zal voldoende zijn voor een gemiddelde regenbui, bij een hoge regenintensiteit zal het hemelwater toch op het riool geloosd moeten worden.

Voor het hergebruik kan gedacht worden aan extra berging voor besproeiing van tuinen en schoonmaak (van gevels bijvoorbeeld).

ad C (basis)

Bij de basis wordt uitgegaan van de minimale verplichting/inspanning (wetgeving) voor het omgaan van hemelwater binnen een projectgebied. Middels de watertoets zal nagegaan worden wat de mogelijkheden zijn voor het bergen en/of infiltreren van hemelwater.

Het naar verwachting schone hemelwater afkomstig van bijvoorbeeld daken kan mogelijk (deels) hergebruikt worden. Het water wordt van het dakvlak opgevangen, gefiltreerd en is daarna te gebruiken voor toiletspoeling, wasmachine, in de tuin en voor schoonmaakwerkzaamheden. Dit zorgt tevens voor mindering van gebruik van drinkwater. De capaciteit van zo'n systeem dient zoveel mogelijk het gebruik van huishoudwater te garanderen. Indien noodzakelijk dient teruggevallen te kunnen worden op het reguliere drinkwater.

Stedenbouwfysisch comfort

4.6 Buitenluchtkwaliteit

4.6.1 Schadelijke stoffen

Slechte luchtkwaliteit is ongewenst als buitenruimten actief worden benut en gebruikers daar een fysieke inspanning leveren.

In de Wet Milieubeheer (Wm) zijn grenswaarden op basis van blootstellingsduur en uit het oogpunt van volksgezondheid vastgelegd. In Nederland is regelgeving omtrent luchtkwaliteit vastgelegd in de Wet milieubeheer en de Regeling beoordeling luchtkwaliteit (Rbl).

Hoe de luchtkwaliteit te meten en te berekenen is aangegeven in de Rbl. Volgens de *Regeling* en de *Wet* zijn er geen beperkingen om te bouwen/wonen wanneer de concentraties van de maatgevende stoffen stikstofdioxide (NO₂) en fijn stof (ook wel PM₁₀: kleine stofdeeltjes, doorsnee tot 10 micrometer) (zwevende deeltjes, ook wel PM_{2.5} vanaf 2015) onder de grenswaarde blijven. In het geval van voorzieningen voor gevoelige groepen zoals kinderen, bejaarden en zieken zal extra onderzoek moeten uitwijzen dat er geen sprake is van een (dreigende) overschrijding van de grenswaarden.

De Nederlandse (Europese) grenswaarden uit het oogpunt van gezondheid voor fijn stof (jaargemiddelde concentratie) liggen beduidend hoger dan de grenswaarden voorgesteld door de WHO (World Health Organisation). Voor de veel kleinere fracties fijn stof (<PM₁) en het voor de gezondheid veel schadelijker ultrafijn stof (PM_{0.1}) gelden vanuit de Nederlandse wetgever geen eisen. Ultrafijn stof is een actueel onderwerp in het maatschappelijk debat en van hedendaags wetenschappelijk onderzoek.



In Nederland is de luchtkwaliteit slechter dan in overige Europese landen, dit komt onder andere door de hoge bevolkingsdichtheid en het compacte ruimte gebruik. Op verkeersbelaste zones binnen de Randstad worden de normen voor luchtkwaliteit overschreden.

Voor kantoorlocaties waar mensen maar een deel van de dag verblijven gelden vanuit de Wm geen eisen voor luchtkwaliteit. Volgens het blootstellingscriterium dient de luchtkwaliteit te worden beoordeeld daar waar de bevolking kan worden blootgesteld gedurende een periode die in vergelijking met de middelingstijd van de betreffende luchtkwaliteitseis significant is. Hoewel voor kantoorlocaties uurlijkse en 24-uurs grenswaarden relevant zijn, gezien de middelingstijd, worden deze grenswaarden in Nederland nagenoeg niet overschreden. Uitgezonderd zijn kantoorlocaties boven een drukke auto(snel)weg.

In veel gevallen zal het toch onwenselijk zijn kantoren te vestigen op locaties met een relatief slechte luchtkwaliteit. Werknemers kunnen bijvoorbeeld behoren tot een gevoelige groep, het kantoor heeft een baliefunctie met veel bezoekers, of de zorg van een werkgever voor het bieden van een veilige werkplek. Slechte luchtkwaliteit is ook ongewenst als buitenruimten actief worden benut en gebruikers daar een fysieke inspanning leveren.

Voor het verbeteren van de buitenluchtkwaliteit kan aangesloten worden bij de ontwerp oplossingen van de GGD, waarvan enkele specifiek van toepassing zijn voor kantoren en kantoorlocaties.

Ontwerpoplossingen zijn te onderscheiden in het nemen van bron-, overdracht- en ontvangstmaatregelen. Bronmaatregelen zijn veelal generieke maatregelen denk aan strengere emissie eisen autoverkeer. Het stimuleren van andere vervoerswijzen en telewerken wordt ook gezien als bronmaatregel, evenals het beperken van parkeervoorzieningen. Met overdrachts- en ontvangstmaatregelen is het mogelijk om luchtverontreiniging te verdunnen waardoor de luchtkwaliteit ter plaatse verbetert. Overdrachtsmaatregelen zijn maatregelen tussen bron en ontvanger, bijvoorbeeld het natreinigen van de weg. Ontvangstmaatregelen zijn effectief daar waar mensen zich bevinden. Bij ontwerp oplossingen kan gedacht worden aan ventilatievoorziening van gebouwen, aan geluids- en/of luchtschermen, vliegevels (bebouwing), hogere gebouwen (draagt bij aan sterkere luchtstroming) en een ruimere opzet van weg-layout.

Prestatieniveaus:				
gevoelige groep	gebruik buitenruimte (fysieke inspanning)	ambitieniveau buitenluchtkwaliteit	buitenluchtkwaliteit verontreiniging [PM ₁₀] en [NO ₂] [$\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{m}^3$]	ontwerpoplossingen
nee	nee	A,B of C	C: 30 – 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	niet nodig
ja	nee	A, B	B: 20 – 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	ja
ja	ja	A	A: < 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	ja
nee	ja	A	A: < 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	ja

tabel 20 | Ambitieniveau voor buitenluchtkwaliteit wanneer gebruikers behoren tot een gevoelige groep en/of een buitenruimte actief voor fysiek inspanning gebruiken, uitgaande van normale stedelijke omgeving (luchtkwaliteit klasse C).



Stedenbouwfysisch comfort

Buitenluchtkwaliteit

4.6.2 Ontwerpoplossingen

Opmerkingen:

Schermen

Geluids- en of luchtschermen hebben een positief effect op de luchtkwaliteit in de directe omgeving van de weg. De oplossing is alleen voor rijkswegen en drukke provinciale wegen denkbaar. Binnen het stedelijk gebied zijn schermen veelal ruimtelijk onmogelijk of stuiten op stedenbouwkundige bezwaren.

Afschermdende gevels

Met een vliesgevel aan een gebouw kan een tussenruimte worden gecreëerd die het gebouw afschermt van lawaai en luchtverontreiniging. Door de tussenruimte te ventileren met 'schone' lucht vanaf de luwe zijde van het gebouw, is het mogelijk om alle daaraan gelegen ruimten en de tussenruimte te voorzien van lucht die aan de eisen voor een goede luchtkwaliteit voldoet.

Buitenruimten

Voor buitenruimten geldt dat deze op milieubelaste locaties zoveel mogelijk aan de luwe zijde (minst belaste zijde) van het gebouw gesitueerd dienen te worden. Op deze wijze wordt optimaal gebruik gemaakt van de gebouwvorm.

Gebouwworm

Een aantal stedenbouwkundige principes kunnen de luchtkwaliteit beïnvloeden. Oplossingen voor knelpunten van luchtverontreiniging hebben echter ook (ruimtelijke) nadelen. Hoe hoger gebouwen, hoe harder daar gaat waaien. Dit leidt tot lagere concentraties luchtverontreiniging. Het effect op de verblijfswaarde van de openbare ruimte kan vanuit het oogpunt van windhinder minder gunstig uitpakken. Bij een stelsel van gebouwen speelt dit mogelijk nog sterker. Met (CFD) computational fluid dynamics kunnen deze effecten gecombineerd in beeld worden gebracht.

Weg-layout en bebouwing

Bij luchtkwaliteit rondom drukke wegen is de directe fysieke omgeving van belang. Hoe breder de wegen, des te eenvoudiger verdunt luchtverontreiniging door wind. Brede wegen zijn kostbaar vanwege het ruimtebeslag. Nieuwbouw in de directe omgeving van een bestaand kantoor kan de luchtkwaliteit ter plaatse nadelig beïnvloeden doordat een gesloten straatprofiel, canyon vorming ontstaat, waardoor lucht minder gemakkelijk verdunt.

Groen

In het algemeen geldt dat bomen de luchtkwaliteit in de stad verbeteren vanwege de opname van schadelijke stoffen uit de lucht. In de directe nabijheid van een weg hebben bomen een remmend effect op de windsnelheid waardoor de luchtverontreiniging minder verdunt en de luchtkwaliteit verslechtert. Hoewel bomen schadelijke stoffen uit de lucht opnemen is dit effect kleiner dan de negatieve invloed op de windstroming.

Tunnels

Bij zeer drukke wegen is een overkapping van de weg of het ondertunnelen van de openbare ruimte een oplossing om de luchtverontreiniging lokaal op te lossen. Omdat bij de tunnelmonden de situatie slechter wordt, zijn aanvullende voorzieningen in de vorm van schermen of mechanische afzuiging noodzakelijk om te voldoen aan de wettelijke grenswaarden.



Stedenbouwfysisch comfort

4.7 Definities

- Buitenlichtreflectie RL_{ext} bepaald te zijn volgens EN 410;
- PM_{10} , $PM_{2,5}$, PM_{10} en $PM_{0,1}$: stofdeeltjes met een diameter kleiner dan $10\ \mu\text{m}$, $2,5\ \mu\text{m}$, $1,0\ \mu\text{m}$ respectievelijk $0,1\ \mu\text{m}$.

Stedenbouwfysisch comfort

4.8 Relevante normen en documenten

- NEN 8100: (2006) Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving';
- Regeling beoordeling luchtkwaliteit (Rbl).



5. Visueel comfort

5.1 Daglichttoetreding

Daglichttoetreding op de werkplek en het niveau van het daglicht is belangrijk voor het functioneren van mensen. De gewaarwording van daglicht bepaalt de biologische stimulatie. Gebrek aan daglicht kan leiden tot slaapstoornissen, concentratiegebrek en depressies.

Wettelijk kader

In het Bouwbesluit en het Arbobesluit worden minimale eisen gesteld ten aanzien van daglichttoetreding in gebouwen.

Daglichtfactor

De kwaliteit van daglichttoetreding kan ook worden bepaald aan de hand van de te realiseren daglichtfactor. Daglichttoetreding wordt op ruimteniveau beoordeeld. De daglichtfactor is de verhouding tussen de verlichtingssterkte op een punt in het vertrek ten opzichte van de horizontale verlichtingssterkte in het vrije veld bij een bewolkte hemel in formulevorm:

$$DF = \frac{E_{\text{ruimte}}}{E_{\text{vrije veld}}} \times 100\%$$

DF = daglichtfactor in %;

E = horizontale verlichtingssterkte in lux.

Lichtreflectiefactoren

Bij de bepaling van de daglichtfactor mogen ten hoogste de volgende lichtreflectiefactoren van de ruimteafwerking in rekening worden gebracht:

wanden 0,5;

plafond 0,7;

vloer 0,1.

Het doel van deze voorwaarde is dat na oplevering aanpassingen aan de kleur van de wanden kunnen worden gedaan. Bij de potentiële keuze voor donkerdere kleuren voldoen de tijdens ontwerpfase gemaakte daglicht- en verlichtingsberekeningen niet meer en dus wordt niet meer voldaan aan de eisen.

Glaseigenschappen

Voor een kwalitatief goede daglichttoetreding worden de volgende glaseigenschappen vereist:

kleurweergave-index (Ra glas): minimaal 80% (voor het voorkomen van een sombere en storend daglichtkleur);

LTA glas: minimaal 60%;

reflectiefactor glas binnen Lr,bi: maximaal 15% (ter voorkoming van storende reflecties en spiegeling, vooral tijdens donkere dagen in het winterseizoen).

De volgende waarden voor de minimale daglichtfactor op de werkplek op een horizontaal vlak op een hoogte van 800 mm worden aanbevolen.



Prestatieniveaus:			
	basis	goed	uitstekend
werkplek langdurig verblijf, in de gevelzone	≥ 2 %	≥ 3 %	≥ 5 % ¹⁾
werkplek langdurig verblijf, ongeacht afstand tot gevel	0,9 %	1 %	2 %
werkplek, kortdurend verblijf	0,1 %		

tabel 21 | *Prestatieniveaus voor de daglichtfactor.*

1) *Er zijn meer criteria die een goed verlichtingsniveau bepalen. Er is nog niet eenduidig vastgesteld of $DF \geq 5$ de juiste waarde is.*

Bepalingsmethode:

- ontwerpfase: berekenen met behulp van daglichtsimulatieprogramma's bij een CIE-bewolkte hemel;
- gebruiksfase: meten conform DIN 5034-5.

Opmerkingen:

Een werkplek voor langdurig verblijf is een werkplek waar concentratietaken en beeldschermtaken elkaar afwisselen.

Een werkplek voor kortdurend verblijf is een werkplek waar personen in de regel niet langer dan 2 uur verblijven.

De gevelzone betreft de zone 1500 mm vanuit de gevel.

Genoemde getalswaarden voor de daglichtfactor zijn o.a. ontleend aan SBR-publicatie "Daglicht in het ontwerp van utiliteitsgebouwen", waarbij de volgende kwalificaties worden benoemd:

- 0,9 % voldoende daglicht voor langdurig verblijf;
- 2 % minimaal nodig voor kantoorvertrek;
- 3 % minimaal nodig voor min of meer permanente verblijfsplek;
- 5 % voldoende voor een dagverlichte werkplek.

Visueel comfort

5.2 Uitzicht

Contact met de buitenomgeving vanuit de werkplek heeft een belangrijke psychisch invloed op het welbevinden. Hierbij dient gedacht te worden aan herkenning van beelden, waarnemen van buitenklimaat, oriëntatievermogen in een gebouw, groen en dergelijke.

Net als voor de daglichteisen moet uitzicht op werkplekniveau worden beoordeeld. Werkplekken voor langdurig verblijf moeten uitzicht naar de omgeving bieden. Bij werkplekken voor kortdurig verblijf is uitzicht niet strikt noodzakelijk.

Elementen die de kwaliteit van het uitzicht bepalen zijn:

- het waarnemen van weer;
- het waarnemen van de omgeving buiten of bij binnengebieden zorg voor mogelijke waarneming van beweging en groenvoorzieningen;
- gevoel voor ruimtelijkheid bij binnengebieden;
- het waarnemen van natuurlijke elementen, zoals groen en bomen;
- privacy.



Prestatieniveaus:		
	basis	goed
werkplek langdurig verblijf	uitzicht naar buiten of binnengebieden	uitzicht naar buiten
werkplek, kortdurend verblijf	uitzicht niet noodzakelijk	uitzicht naar binnengebieden of naar buiten

tabel 22 | *Prestatieniveaus voor uitzicht.***Opmerkingen:**

Uitzicht naar buiten: hiervan is sprake indien er een vrij en direct uitzicht is naar buiten, waarbij wordt uitgekeken op landschap (niet alleen de hemelkoepel) of objecten inclusief gebouwen dichtbij en veraf. Uitzicht naar binnengebieden: bij uitzicht op een atrium, binnenplaats, binnentuin of binnenplein dienen deze te zijn voorzien van enige aankleding, zoals groenvoorziening, plantenbakken, meubilair, kunstvoorwerpen en dergelijke.

Visueel comfort**5.3 Kunstlicht**

Voor het uitvoeren van werkzaamheden (visuele prestatie) is een minimaal verlichtingsniveau met daarbij behorende goede kleurweergave op de werkplek vereist.

De benodigde lichtintensiteit (in lux) op de werkplek is afhankelijk van het type werk dat in de ruimte verricht wordt.

De onderstaande eisen worden gegeven door de Nederlandse norm (NEN-EN 12464-1) op het gebied van (kunst)verlichting per verschillende soort werkzaamheid.

De kleurweergave-index, waarvan de eenheid in Ra wordt uitgedrukt, is de objectieve maat voor kleurweergave eigenschappen van een lichtbron. Deze eigenschappen zorgen ervoor dat de kleuren van de omgeving, voorwerpen en mensen zo natuurlijk en realistisch mogelijk worden weergegeven. De maximale maat voor de kleurweergave is 100 Ra.

Prestatieniveaus:		
soort ruimte, taak of activiteit	verlichtingssterkte op werkplek [lux]	Ra [-]
archiveren, kopiëren, e.d.	300	80
schrijven, typen, lezen, gegevensverwerking e.d. werken met een cad systeem conferentie- en vergaderzaal	500	80
technisch tekenen	750	80
receptiebalie	300	80
archieven	200	80

tabel 23 | *Eisen aan de verlichtingssterkte (E_m) op het werkvlak.*

Gelijkmatigheidsindex Op het werkvlak (bureaublad) $\geq 75\%$. De gelijkmatigheid is de verhouding van de minimum verlichtingssterkte tot de gemiddelde verlichtingssterkte op een oppervlak.

Bepalingsmethode:

- in de ontwerpfase op basis van berekeningen;
- in gebruiksfase meten conform NEN 1891.



Opmerkingen:

De kunstverlichting dient in elke ruimte tenminste afzonderlijk aan- of uitgeschakeld te kunnen worden en dient bij voorkeur per stramen of ruimte regelbaar te zijn en/of dimbaar te zijn en in delen aan en uit te schakelen.

Visueel comfort

5.4 Luminantieverdeling, zon en helderheidsvering

Wanneer er te veel contrast is tussen de verschillende kijkvlakken dan heeft dit grote invloed op het visueel comfort van de kantomedewerker. Dit leidt tot eisen aan de verdeling van luminanties/helderheden. De toetreding van daglicht en zonnestraling mogen voor de gebruikers geen hinder veroorzaken door te grote helderheidsverschillen, verblinding, reflectie of directe zoninstraling.

Luminantie is de maat voor wat mensen als helderheid ervaren en wordt uitgedrukt in Cd/m^2 . In de NEN-EN 12464 is er een verschil gemaakt tussen kijkvlakken waar een werknemer naar kijkt te weten het taakvlak, de directe omgeving en de periferie).

De verblijfsruimten dienen te worden voorzien van afdoende middelen om zon- en daglicht te kunnen temperen. Zo min mogelijk hinder van helderheidsverschillen, verblinding, spiegeling, reflectie of directe zoninstraling. Dit vraagt om een zorgvuldige keuze van soort en richting verlichtingsarmaturen en om een diffuse algemene verlichting. Speciale aandacht dient uit te gaan naar werkplekken met beeldschermgebruik (toepassen lage luminanties), waarbij het mogelijk moet zijn het daglicht te kunnen temperen (daglichtregeling).

Prestatieniveaus:

De maximale luminantieverhouding (taak, directe omgeving, periferie) dient 1:10:30 te zijn (SBR handboek gezonde gebouwen).

Direct zonlicht op de werkplek moet kunnen worden geweerd.

Bepalingsmethode:

- in de ontwerpfase op basis van berekeningen en beoordeling;
- in gebruiksfase meten conform NEN-EN 12464.

Opmerkingen:

Onder "taak" wordt de directe werkplek verstaan. Een goed voorbeeld van "taak" is het computerbeeldscherm. Onder directe omgeving wordt verstaan, de onderdelen die te zien zijn door de werknemer wanneer deze werkzaam is. Een voorbeeld van de directe omgeving is de wand tegenover de werkplek. Periferie zijn de onderdelen die zichtbaar zijn wanneer de medewerker rondkijkt in de ruimte. Onder periferie kan bijvoorbeeld de deur, het raam en de wand achter de werkplek gerekend worden.

Visueel comfort

5.5 Relevante normen en documenten

DIN 5034-5; (2010-11:Daylight in Interiors)

NEN 1891;(1994:(Binnenverlichting - Meetmethoden voor verlichtingssterkten en luminanties)

NEN-EN 12464; (2003: Licht en verlichting – Werkplekverlichting)

SBR-publicatie "Daglicht in het ontwerp van utiliteitsgebouwen"



6. Thermisch comfort

6.1 Thermisch Binnenklimaat

Het thermisch binnenklimaat op de werkplek heeft invloed op het comfort en productiviteit van werknemers. Thermische behaaglijkheid is het oordeel in hoeverre men het thermisch binnenklimaat comfortabel vindt. Bij een slecht binnenklimaat zijn er klachten als te koud, te warm, sterk wisselende temperaturen, tocht, asymmetrische koudestraling of warmtestraling, koude voeten, te warme voeten, te grote temperatuurgradiënt tussen hoofd en voeten. De productiviteit van mensen kan dan meer dan 10% lager zijn ten opzichte van een acceptabel binnenklimaat. (bron: Boerstra A.C, Leijten J.L., Binnenmilieu en productiviteit: eindelijk harde cijfers, Verwarming & Ventilatie pp. 393-297, juni 2003).

De luchttemperatuur, stralingstemperatuur, de lichtsnelheid, de luchtvochtigheid, het activiteitsniveau en de kledingisolatie beïnvloeden de behaaglijkheid. Te onderscheiden zijn algemene thermische behaaglijkheid en lokale thermische behaaglijkheid. Beoordeling van de algemene thermische behaaglijkheid speelt met name voor de zomersituatie. Lokale of plaatselijke thermische (on)behaaglijkheid treedt op als slechts een deel van het lichaam te sterk afkoelt of opwarmt. Koude voeten door een lage vloertemperatuur en te veel warmtestraling door een kachel zijn daarvan voorbeelden. Lokale thermische (on)behaaglijkheid speelt met name in de winter.

Thermisch comfort

6.2 Classificatie binnenmilieu-eisen

Het voldoen aan wettelijke minimumeisen biedt geen garantie voor een goed binnenmilieu. De wettelijke eisen zijn minimumeisen waaraan in elk geval moet worden voldaan. In dit hoofdstuk wordt een classificatie van binnenmilieueisen gehanteerd. Deze is ontleend aan het Arbo-informatieblad en is gebaseerd op de methodiek uit het Praktijkboek Gezonde Gebouwen (cahier R2), NPR-CR 1752 en NEN-EN-ISO 7730.

Prestatieniveaus:

Klasse binnenmilieueisen	Klasse A (uitstekend)	Klasse B (goed)	Klasse C (basis)
Waardeoordeel	Zeer goed	Goed	Acceptabel basis-niveau

tabel 24 | Indeling binnenmilieu-eisen in klassen.

Bepalingsmethode: Keuze op basis van functie en beschikbaar budget.

Opmerking:

Klasse C (basis) is te zien als een basisniveau voor de kwaliteit van het binnenmilieu, waarbij het binnenmilieu nog juist voldoende is.

De eisen in dit hoofdstuk hebben betrekking op kantoorwerkplekken. Er wordt geen onderscheid gemaakt in binnenklimaat-eisen voor cellenkantoren, kantoortuinen, vaste werkplekken, flexibele werkplekken zoals bij innovatieve kantoorconcepten, vergaderruimten en aanlandplekken die voor korte tijd gebruikt worden.



Thermisch comfort

6.3 Overzicht eisen per aspect / klasse

6.3.1 Temperatuur in en -verschil tussen ruimten

De temperatuur in ruimten dient niet te hoog en niet te laag te zijn.

De grenswaarden voor de ruimtetemperaturen worden uitgedrukt in operationele temperatuur, die is samengesteld uit de lucht- en gemiddelde stralingstemperatuur. Deze waarde is een maat voor het gecombineerde effect op de thermische behaaglijkheid. Grenswaarden voor de operationele temperatuur zijn gegeven in tabel 25.

Hinderlijke verschillen tussen de thermische condities in het gebouw moeten worden voorkomen, opdat voor alle gebruikers een gelijkwaardig en gelijkmatig comfort bestaat.

In het geval tussen nevenliggende ruimten verschillende ontwerptemperaturen worden gehanteerd, kan dit tot thermische comfort klachten leiden. Deze situatie is een aandachtspunt in het ontwerp.

Prestatieniveaus:

Activiteit	Ruimtetype	Klasse	Operatieve temperatuur (°C)	
			Zomer (0,5 clo)	Winter (1,0 clo)
Voornamelijk zittend (1,2 met)	Kantoor, vergaderruimte, restaurant, klaslokaal e.d.	A	23-26 +IB	20-24 +IB
		B	23-26	20-24
		C	22-27	19-25

+IB = met mogelijkheden voor individuele beïnvloeding van de temperatuur (zomer en winter)

tabel 25 | Grenswaarden ruimtetemperatuur zomer en winter (gebaseerd op NEN-EN 7730).

Bepalingsmethode: Keuze op basis wensen van de opdrachtgever.

Opmerkingen:

In voorkomende gevallen dient het ATG-criterium als maatgevend te worden beschouwd.

Thermisch comfort

6.4 Behaaglijkheid

6.4.1 ATG grenswaarde

Door een goed samenspel van gebouw, gebouwinstallaties, regelingen en het te verwachten gebruik van het gebouw moet tijdens de gebruiksuren een acceptabel/goed binnenklimaat worden gerealiseerd.

Met de berekeningsmethodiek Adaptieve Temperatuur Grenswaarden (ATG-methode; ISSO publicatie 74), is een voorspelling te maken van het aantal tevreden. Het 'ATG-profiel' wordt uitgedrukt in het aantal uren dat de optredende operationele binnentemperatuur een zeker percentage klachten niet overschrijft. Door 1% overschrijding van de grenswaarden voor het percentage klachten toe te staan, dit komt overeen met 10 uur op jaarbasis, kan een forse besparing op het te installeren koelvermogen worden bereikt, terwijl dit beperkt invloed heeft op de behaaglijkheid.



Prestatieniveaus:

Klasse	ATG-Grenswaarde acceptatie van de thermische situatie (richtlijn voor over- en overschrijdingsuren)
A	90%
B	80%
C	65%

Voor kantoren van het gebouw/klimaatype α (zie beslidsdiagram figuur xx is een maximum aantal overschrijdingsuren van 10 uur per jaar toelaatbaar (1% van de tijd).

tabel 26 | Klasseindeling kwaliteit binnenklimaat, afhankelijk van het klachtenpercentage.

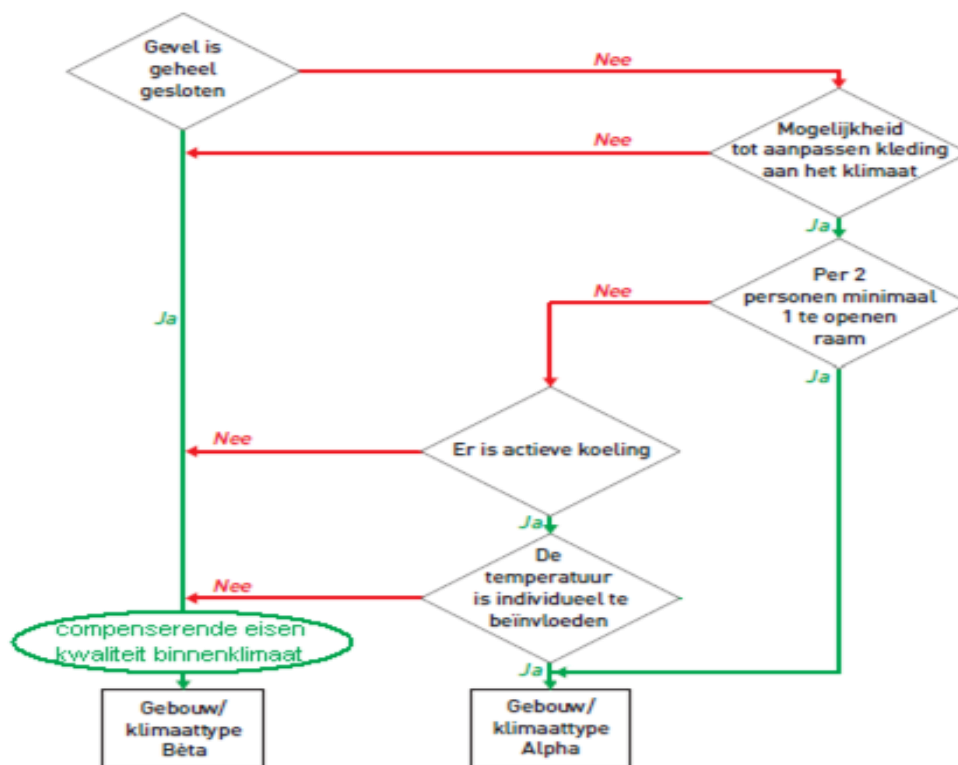
Bepalingsmethode: Berekening volgens ISSO 74 en ISSO 32

Opmerkingen:

De ATG-methodiek

De achtergronden van ATG-methodiek voor de berekening of het binnenklimaat voldoet aan de gestelde eisen, zijn weergegeven in ISSO 74. Hierin worden kantoren met het klimaatype α en β onderscheiden.

De bepaling of sprake is van kantoor/klimaatype α of β dient te worden bepaald conform het stroomschema in figuur xx. Deze figuur wijkt op onderdelen af van ISSO 74.



Stroomschema ter bepaling van het gebouwtype Alpha en Bèta

figuur 6 | Stroomschema ter bepaling van kantoor/klimaatype α of β .



Enkele aandachtspunten bij de ATG-berekeningen:

Behaaglijkheidsberekeningen dienen te worden uitgevoerd conform de uitgangspunten van ISSO 74 en ISSO 32. Berekeningen dienen te zijn uitgevoerd met een dynamisch temperatuursimulatieprogramma dat voldoet aan de keurmerkeisen van ISSO.

Indien een kantoor **gebouw/klimaatype α** heeft, dan dient

- elk representatief gevelement ter breedte van een 2-persoonsvertrek (vaak “kantoor-moduulmaat” 3,6 m) ten minste een regelbaar te openen deel (raam, klep, rooster, of gelijkwaardig) te bevatten waarvan de opening op meerdere fixeerstand (incl. kierstand) of traploos instelbaar is.
- de effectieve doorlaat van deze opening minimaal $0,5 \text{ m}^2$ te zijn per travee van 1,8 m. De effectieve doorlaat A_{eff} dient te worden bepaald conform par. 5.4.3 van NEN 1087. Hierbij is A de netto doorlaat de opening. Dus, $A_{\text{eff}} = A_{\text{netto}} \times J(\psi)$.
- meer dan 90% van de gebruikers hun kleding te kunnen variëren tussen clo 0,5 en 1,0.
- de temperatuur individueel regelbaar te zijn tussen 20 à 24°C (winter) en bij actieve koeling tussen 23°C à T_{atg} (zomer).

Indien een kantoor **gebouw/klimaatype β** heeft, dan

- dienen compenserende maatregelen te worden getroffen voor een betere waardering van het binnenklimaat door gebruikers. Als eis voor de regelbaarheid van de temperatuur geldt $\pm 2^\circ\text{C}$ per vertrek, met een reactietijd van minimaal 1°C per half uur. Deze eis geldt voor 90% van de werktijd. Ook is de regelbaarheid van de zontoetreding (door van binnenuit bedienbare zonwerende voorzieningen) een vereiste. Tenslotte wordt een zwaardere klasse voor de kwaliteit van de binnenlucht vereist (zie hoofdstuk xx).
- actieve koeling dient minimaal in staat te zijn de warmtetoevoer van ventilatielucht te compenseren: Bij $45 \text{ m}^3/\text{h}$ per persoon, $T_{\text{e,max}} = 35^\circ\text{C}$ en $T_{\text{inblaas}} < 25^\circ\text{C}$: 150 W per persoon.

Verder geldt:

- Berekeningen dienen te zijn gebaseerd op uurlijkse gemiddelde waarden van het buitenklimaat van het referentieklimaatjaar uit NEN 5060 met 5% overschrijdingskans. Voor gebouwen waar toekomstbestendigheid voor strengere klimaateisen een belangrijk issue is, kan in afwijking hiervan bijvoorbeeld het referentieklimaatjaar uit NEN 5060 met 1% of 2% overschrijdingskans worden overwogen. Hierbij moet worden opgemerkt dat deze klimaatjaren onderling verschillen qua luchttemperatuur en zonbelasting. De keuze van het klimaatjaar met 1% overschrijdingskans leidt daarvoor niet per definitie tot een beter thermisch binnenklimaat als het klimaatjaar met 2% overschrijdingskans.
- Om oververhitting ten gevolge van de luchtverversing door luchtbehandeling in warme zomers te voorkomen, dient tot een buitenluchttemperatuur van 35°C de inblaasluchttemperatuur niet hoger te worden dan 25°C .
- Voor de beglazing moeten betrouwbare gegevens gehanteerd worden die de werkelijkheid zoveel mogelijk benaderen (geen schatting, maar bijv. door de leverancier gespecificeerde waarden, gebaseerd op metingen of berekeningen). Zonwerende eigenschappen van voorzieningen die niet bij de oplevering aanwezig zijn, mogen niet worden meegenomen in de ATG-beoordeling.
- Voor materiaalgegevens zoals warmtegeleidingscoëfficiënten, warmtecapaciteit, dichtheid en absorptie van zonne-energie dient te worden uitgegaan van genormeerde of algemeen geaccepteerde waarden (NEN 1068, ISSO 21, SBR 9).
- In de “0-stand” voor naregeling (dus zónder naregeling) moet aan de klimaateisen kunnen worden voldaan.



- Uitgangspunt is een gebruiksduur van 8 uur (van 8.00-12.00 uur en van 13.00-17.00 uur).
- Er mag worden afgeweken van de interne warmtelasten conform ISSO 32 mits dit goed is onderbouwd (bijvoorbeeld een lager verlichtingsvermogen dan $11,5 \text{ W/m}^2$).

Aanbevelingen

Kantoormedewerkers waarderen het binnenklimaat meer als zij zelf invloed kunnen uitoefenen op het binnenklimaat. Het hebben van een te openen raam of vergelijkbare voorziening is één van deze aspecten, maar ook het individueel kunnen (bij)regelen van de luchttemperatuur in het vertrek. Voorwaarde is wel dat de reactietijd beperkt dient te zijn.

Tabel 27 geeft een indeling in kwaliteitsklassen van individuele temperatuurregelingen per werkplek in combinatie met de reactietijd van de instelling/verstelling.

Klasse	Acceptatie	Gebouw/klimaatype	
		Alpha	Bèta
A	90%	Bij $T_{e,ref} > \text{ca. } 12 \text{ }^\circ\text{C}$ $T_{oper} < 20,3 + 0,31 \cdot T_{e,ref}$ Bij $T_{e,ref} < \text{ca. } 12 \text{ }^\circ\text{C}$ $T_{oper} < 22,7 + 0,11 \cdot T_{e,ref}$	$T_{oper} < 22,7 + 0,11 \cdot T_{e,ref}$
B	80%	Bij $T_{e,ref} > \text{ca. } 11 \text{ }^\circ\text{C}$ $T_{oper} < 21,3 + 0,31 \cdot T_{e,ref}$ Bij $T_{e,ref} < \text{ca. } 11 \text{ }^\circ\text{C}$ $T_{oper} < 23,45 + 0,11 \cdot T_{e,ref}$	$T_{oper} < 23,45 + 0,11 \cdot T_{e,ref}$
C	65%	Bij $T_{e,ref} > \text{ca. } 13 \text{ }^\circ\text{C}$ $T_{oper} < 22,0 + 0,31 \cdot T_{e,ref}$ Bij $T_{e,ref} < \text{ca. } 13 \text{ }^\circ\text{C}$ $T_{oper} < 23,95 + 0,11 \cdot T_{e,ref}$	$T_{oper} < 24,15 + 0,11 \cdot T_{e,ref}$
	bijzondere omstandigheden , hoog metabolisme en/of hoge kledingisolatie (laboratoria, spoel- keukens)	correctie grenswaarden met: $\Delta T = -6 \cdot (I_{cl} - 0,7) - 8 \cdot (M - 1,4)$ Geldig bij $1,4 < \text{met} < 4,0$ en $0,7 < \text{clo} < 2,0$	correctie met: $\Delta T = -6 \cdot (I_{cl} - 0,7) - 8 \cdot (M - 1,4)$

tabel 27 | Kwaliteitsklassen voor de beoordeling van het thermische binnenklimaat in de zomer.

Merk op dat tussen klassen A en C het temperatuurverschil kleiner is dan 2°C ; het temperatuurverschil tussen klassen A en B is minder dan 1°C .





Thermisch comfort

Behaaglijkheid

6.4.2 Individuele temperatuurregeling

Prestatieniveaus:

Klasse		individuele temperatuurregeling per vertrek (regeling voor maximaal 6 werkplekken) en reactietijd van de instelling/verstelling
A	uitstekend	$\pm 2,0$ °C regeling per werkplek, met een reactietijd van minimaal 1°C per half uur
B	goed	Geen individuele regeling per werkplek, maar regeling per vertrek, met een reactietijd van minimaal 1°C per half uur
C	basis	Geen regeling die voldoet aan de voorwaarden bij klasse A of B

tabel 28 | Klasse indeling individuele temperatuurregeling en reactietijd.

Bepalingsmethode: Keuze.

Thermisch comfort

Behaaglijkheid

6.4.3 Temperatuurgradiënt

Voor kantooractiviteiten in de leefzone van een verblijfsruimte, bepaald conform NEN 1087, moet onder ontwerp-condities gedurende de gebruikstijd in zowel winter- als zomerperiode het temperatuurverschil tussen enkels en hoofd beperkt blijven.

Dat betekent voor zittende personen dat de meetpunten op 0,1 en 1,1 m boven de vloer, en voor staande personen op 0,1 en 1,7 m boven de vloer liggen.

Prestatieniveaus:

Klasse	Verticale temperatuurgradiënt [°C]
A	<2
B	<3
C	<4

tabel 29 | Grenswaarden verticaal verschil in luchttemperatuur tussen hoofd en enkels (resp. 1,1 en 0,1 m boven de vloer (bron NEN-EN-ISO 7730).

Bepalingsmethode: meten.



Thermisch comfort Behaaglijkheid

6.4.4 Vloertemperatuur

Voor kantooractiviteiten in de verblijfszone van een verblijfsruimte, moet gedurende de gebruikstijd de vloertemperatuur binnen grenzen liggen: niet te hoog (te warme voeten) en niet te laag (koude voeten).

De verblijfszone betreft een ruimte 1,8 m hoog, op 0,6 m afstand vanaf de vloer en van de wanden. In zowel winter als zomerperiode moet worden voldaan aan de oppervlakte temperaturen van de vloer onder normale omstandigheden.

Bij vloerverwarmingssystemen en in zones waar men weinig vertoeft zijn oppervlakte-temperaturen tot 29°C toelaatbaar en eveneens in sanitaire ruimten en buiten de leefzone. De leefzone (waar personen kunnen zich bevinden) sluit een strook van 0,60 m uit langs de gevel.

Gedurende maximaal 50 uur per winterperiode mag de oppervlaktetemperatuur beneden de 19°C liggen, waarbij de temperatuur van 19 °C uiterlijk 3 uur na aanvang van de gebruikstijd moet worden bereikt.

Bij gerede twijfel of oppervlaktecondensatie optreedt, dienen berekeningen van oppervlaktetemperaturen van vloeren uitgevoerd te worden. In geval van vloerverwarming dient de oppervlaktetemperatuur conform ISSO 49 te worden bepaald. Indien noodzakelijk moet een berekening met een dynamisch rekenmodel worden uitgevoerd.

Prestatieniveaus:

Klasse	Vloertemperatuur [°C]
A	19 - 26
B	19 - 29
C	17 - 31

Tabel 30 | Grenswaarden vloertemperatuur (gebaseerd op NEN-EN-ISO 7730).

Bepalingsmethode: meten

Thermisch comfort Behaaglijkheid

6.4.5 Stralingsasymmetrie

Voor kantooractiviteiten in de verblijfszone van een verblijfsruimte, dient bij de verschillende kwaliteitsklassen te worden voldaan aan de volgende condities:

- de horizontale stralingsasymmetrie ten gevolge van ramen of andere koude verticale oppervlakken moet kleiner zijn dan de maximum grenswaarde (ten opzichte van een klein verticaal vlak, 0,6 m boven de vloer);
- de verticale stralingsasymmetrie ten gevolge van een (ver)warm(d) plafond moet kleiner zijn dan de maximum grenswaarde (ten opzichte van een klein horizontaal vlak, 0,6 m boven de vloer);
- in geval van klimaatsystemen, zoals plafondkoelsystemen, betonkernactivering (BKA), e.d., die functioneren door middel van warme plafonds, koude wanden (ook glasvlakken), koude plafonds en/of warme wanden, geldt als maximum grenswaarde de waarden genoemd in tabel 31. Deze waarde wordt gemeten ten opzichte van een klein verticaal (voor wanden) of horizontaal (voor plafonds/vloeren) vlak, 0,6 meter boven de vloer.



Prestatieniveaus:				
Klasse	Stralingstemperatuurasymmetrie (°C)			
	Warm plafond	Koude wand (glas)	Koud plafond	Warme wand
A	< 5	< 10	< 14	< 23
B	< 5	< 10	< 14	< 23
C	< 7	< 13	< 18	< 35

tabel 31 | Grenswaarden stralingstemperatuurasymmetrie (bron NEN-EN-ISO 7730).

Bepalingsmethode: De stralingsasymmetrie bepalen volgens NEN-ISO 7726.

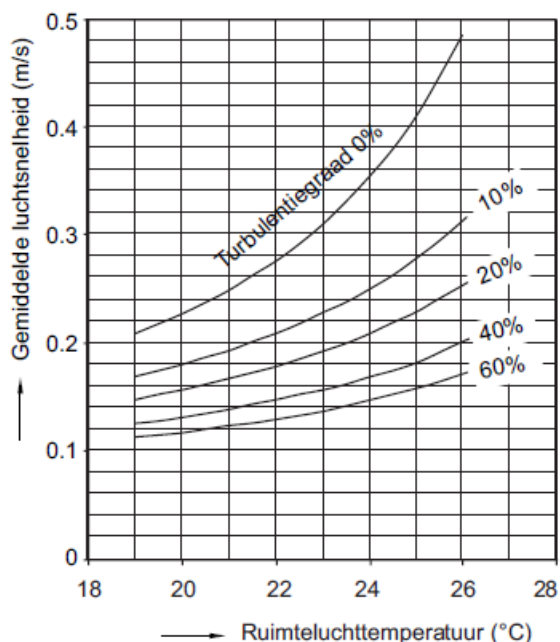
Thermisch comfort Behaaglijkheid

6.4.6 Luchtsnelheid

Voor kantooractiviteiten in de verblijfszone van een verblijfsruimte, moet onder ontwerpcondities gedurende de gebruikstijd worden voldaan aan de volgende condities:

- voor zowel de winter- als de zomerperiode moet de gemiddelde luchtsnelheid kleiner zijn dan de genoemde grenswaarde.

DR wordt bepaald uit de (gemeten) turbulentie-intensiteit (T_u) van de luchtsnelheid. De T_u geeft aan in hoeverre de momentane luchtsnelheid varieert rond de gemiddelde luchtsnelheid. De T_u en de luchttemperatuur bepalen de maximaal toelaatbare gemiddelde luchtsnelheid volgens de grafiek "Snelheidscriteria volgens NEN-EN-ISO 7730". De grenslijnen geven aan waar het percentage gehinderden 15% bedraagt.



Snelheidscriteria volgens NEN-EN-ISO 7730



Prestatieniveaus:	
Klasse	Maximaal toegestane DR-waarde
A	$\leq 10\%$
B	$\leq 20\%$
C	$\leq 30\%$

tabel 32 | *Classificatie hinderpercentage door tocht, uitgedrukt in DR-waarde (Draught Rating).*

Bepalingsmethode: conform NEN-EN-ISO 7730.

Opmerkingen:

Bij geopende spuivoorzieningen voor warmteafvoer geldt deze eis niet.

De toegestane luchtsnelheid is afhankelijk van de plaatselijke luchturbulentiegraad en -temperatuur.

Het gemiddelde percentage ontevreden over tocht dient te worden beperkt. Hiertoe worden eisen gesteld aan de Draught Rating (DR-waarde) conform NEN-EN-ISO 7730.

**Thermisch comfort
Behaaglijkheid**

6.4.7 Luchtvochtigheid

In verblijfsruimten geldt een maximale relatieve vochtigheid (RV) om overmatige transpiratie tegen te gaan.

Acceptabel is wanneer dit in 90% van de kantoortijd gerealiseerd wordt.

Prestatieniveaus:	
Relatieve luchtvochtigheid (RV):	
In verblijfsruimten met beeldschermwerk	$\geq 30\%$ of de absolute vochtigheid van de buitenlucht
In verblijfsruimten	$\leq 70\%$

tabel 33 | *Eisen aan de relatieve luchtvochtigheid.*

Bepalingsmethode: meten.

Opmerkingen:

Voor ruimten met apparatuur gelden specifieke eisen (fabrikant). Voor archieven gelden eveneens strengere eisen.



Thermisch comfort

6.5 Overige eisen

Opmerkingen:

6.5.1 Bouwbesluit

In het Bouwbesluit staan geen eisen die het thermisch comfort rechtstreeks aansturen.

Wel stelt het Bouwbesluit voor nieuwbouw minimum-eisen aan de thermische isolatie van gevels, vloeren en daken. Conform artikel 5.2, lid 1 van het Bouwbesluit geldt voor uitwendige scheidingsconstructies van een nieuw gebouw een volgens NEN 1068 bepaalde warmteweerstand van ten minste $3,5 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ (met ingang van 2012). De warmtedoorgangscoefficiënt van ramen mag ten hoogste $2,2 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ bedragen. Dit komt neer op minimaal dubbelglas. Aan bestaande bouw stelt het Bouwbesluit geen eisen ten aanzien van temperatuur, thermische isolatie, tocht of andere thermisch comfort aspecten. Artikel 3.49 van het Bouwbesluit stelt dat de toevoerluchtsnelheid van verse lucht in de leefzone niet meer dan $0,2 \text{ m/s}$ mag zijn, bepaald volgens NEN 1087, om tochtoverlast tegen te gaan. Deze eis geldt alleen voor voorzieningen ten behoeve van de basisventilatie.

6.5.2 Arbowet

Artikel 3, lid 1 van de Arbeidsomstandighedenwet (Arbowet) stelt dat de werkgever ernaar moet streven de arbeidsomstandigheden zo goed mogelijk te maken, tenzij dit redelijkerwijs niet haalbaar is. De Arbowet stelt geen specifieke eisen ten aanzien van het thermisch binnenklimaat op de werkplek.

6.5.3 ARBO-besluit

Artikel 6.1 van het Arbobesluit stelt minimeisen aan het thermisch binnenklimaat op de werkplek: „Rekening houdend met de aard van de werkzaamheden die door de werknemers worden verricht en de fysieke belasting die daar het gevolg van is, veroorzaakt de temperatuur op de arbeidsplaats geen schade aan de gezondheid van de werknemers. Normaliter doet zich deze situatie in de kantooromgeving niet voor.

6.5.4 Arboregelingen

Er is geen Arbobeleidsregel specifiek over thermisch binnenklimaat. Wel bevat arbobeleidsregel 6.1 diverse bepalingen aangaande hitte- en koudebelasting. Normaliter doet zich deze situatie in de kantooromgeving niet voor.



Thermisch comfort

6.6 Definities

- **absolute luchtvochtigheid:** Hoeveelheid waterdamp in een bepaalde hoeveelheid lucht, uitgedrukt in gram water per m³ lucht.
- **Buitentemperatuur (gewogen gemiddelde) ($T_{e,ref}$):** Wordt gebruikt in de ATG berekeningsmethodiek. Langs de X-as staat de $T_{e,ref}$, een aangepaste vorm van de Running Mean Outdoor Temperature. Deze wordt bij de ATG-methode op een eenvoudiger wijze bepaald dan in de publicaties van De Dear en Brager. $T_{e,ref}$ wordt berekend uit het gemiddelde van de maximale en minimale buiten(lucht)temperatuur van de beschouwde dag en de 3 dagen daaraan voorafgaand, volgens de formule:
$$T_{e,ref} = (1/2,4) \times (1 \cdot T_{vandaag} + 0,8 \cdot T_{gisteren} + 0,4 \cdot T_{eergisteren} + 0,2 \cdot T_{eer-eergisteren})$$
- **Draught Rating (DR-waarde):** Het percentage ontevreden, gehinderd door tocht, te bepalen volgens NEN-EN-ISO 7730. Voor de bepaling van de DR moet de turbulentie-intensiteit (T_u) van de luchtsnelheid worden gemeten. De T_u betreft de mate van schommeling van de ware luchtsnelheid rond de gemiddeld gemeten luchtsnelheid. De turbulentie-intensiteit en de temperatuur bepalen de toelaatbare gemiddelde luchtsnelheid.
- **Gebruikstijd:** Periode dat het kantoorvertrek wordt gebruikt voor de functie waarvoor het is bedoeld.
- **Leefzone:** (NEN 1087): Deel van het verblijfsgebied waarin wordt voldaan aan de gestelde ontwerpcriteria ten aanzien van comfort, dat zich bevindt binnen een hoogte vanaf de vloer tot 1,8 m hoogte, afstand vanuit de uitwendige scheidingsconstructie van 1,0 meter en afstand vanuit de inwendige scheidingsconstructie van 0,2 meter.
- **Metabolisme:** Activiteitsniveau.
- **Relatieve luchtvochtigheid:** De relatieve luchtvochtigheid geeft aan hoeveel procent waterdamp zich ten opzichte van de maximale hoeveelheid waterdamp in de lucht bevindt bij een bepaalde temperatuur en luchtdruk.
- **Stralingsasymmetrie (warmte):** Het op één punt in een ruimte waargenomen verschil tussen ontvangen warmtestraling vanuit verschillende richtingen. Volgens NEN-ISO 7726 is de stralingsasymmetrie het verschil tussen de vlakstralingstemperatuur van twee tegenovergestelde zijden van een klein vlak. Wanneer iemand door koude- of warmtestraling aan één zijde veel sterker afkoelt dan aan de andere, dan spreken we van stralings(temperatuur)asymmetrie.
- **Stralingstemperatuur (gemiddelde):** De uniforme Oppervlaktetemperatuur van een denkbeeldige zwarte omhulling waarmee een gebouwgebruiker dezelfde hoeveelheid stralingswarmte zou uitwisselen als in de werkelijke niet-uniforme omgeving waarin die gebouwgebruiker zich bevindt. De gemiddelde stralingstemperatuur van een binnenruimte wordt in de praktijk vaak globaal vastgesteld door de gemiddelde waarde te bepalen van de (gewogen) oppervlakte temperaturen van wanden, vloer en plafond.
- **Temperatuur (lucht):** de temperatuur van de lucht in de ruimte. Dit is de temperatuur die een afgeschermd thermometer meet.
- **Temperatuur (operatieve) Toper:** Waarde, samengesteld uit de lucht- en de gemiddelde stralingstemperatuur, die een maat is voor het gecombineerd effect op de thermische behaaglijkheid. Een meer wetenschappelijke definitie luidt: 'De uniforme Temperatuur van een denkbeeldige zwarte omhulling waarmee een gebouwgebruiker dezelfde hoeveelheid stralings- en convectiewarmte zou uitwisselen als in de werkelijke niet-uniforme omgeving waarin die gebouwgebruiker zich bevindt.
- **Temperatuur (oppervlakte):** De temperatuur die heerst aan het oppervlak van een vast lichaam.



- **Temperatuur (vlakstraling):** de uniforme temperatuur van een ruimte waarvoor de invallende straling op een zijde van een klein vlakje dezelfde is als in een niet uniforme omgeving. Het beschrijft de straling in één richting.
- **Thermische behaaglijkheid:** Die toestand waarin de mens tevreden is over zijn thermische omgeving en geen voorkeur heeft voor een warmere of koudere omgeving. Het is het oordeel in hoeverre men het thermisch binnenklimaat comfortabel vindt.
- **Tocht:** ongewenste afkoeling van een deel van het lichaam ten gevolge van een luchtstroming. Tocht is vooral voelbaar aan lichaamsdelen die niet door kleding zijn bedekt, bijvoorbeeld het hoofd, de enkels en de nek.

Thermisch comfort

6.7 Relevante normen en documenten

- ISSO 74, Thermische behaaglijkheid - eisen voor de binnentemperatuur in gebouwen
- ISSO 32, Temperatuursimulatieprogramma's; uitgangspunten
- NEN-EN-ISO 7730: (2005) Klimaatomstandigheden - Analytische bepaling en interpretatie van thermische behaaglijkheid door berekeningen van de PMV en PPD-waarden en lokale thermische behaaglijkheid
- NEN-ISO 7726: (2001) Ergonomie van de thermische omgeving - Instrumenten voor het meten van fysische grootheden
- prEN 15251, (2005), prEN 15251. Criteria for the indoor environment including thermal, indoor air quality, light and noise.
- NPR-CR 1752:1999, Ventilatie van gebouwen - Ontwerpcriteria voor de binnenomstandigheden
- NEN 1068: (2001) Thermische isolatie van gebouwen - Rekenmethoden
- ISSO 49, Vloerverwarming/wandverwarming en vloer-/wandkoeling
- ISSO 21: Berekening van het energiegebruik voor klimatisering en verlichting van kantoorgebouwen.
- NEN 5060: (2008) Hygrothermische eigenschappen van gebouwen – Referentieklimaatgegevens.
- Praktijkboek Gezonde Gebouwen (cahier R2),.
- NEN 1087: (2006) Ventilatie van gebouwen - Bepalingsmethoden voor nieuwbouw
- SBR 9;
- AI 24;
- Handboek Binnenmilieu van de RIVM.
- Praktijkboek Gezonde Gebouwen, cahier R2 .



7. Akoestisch comfort

7.1 Speechprivacy

Geluidisolatie en ruimteakoestiek dienen drie doelen:

- voorkomen van hinder door geluiden van buitenaf (van binnen of buiten het gebouw);
- het beschermen van vertrouwelijke informatie;
- een goede spraakverstaanbaarheid/akoestiek in relatie tot de functie van de ruimte (ook wel t speechprivacy genoemd).

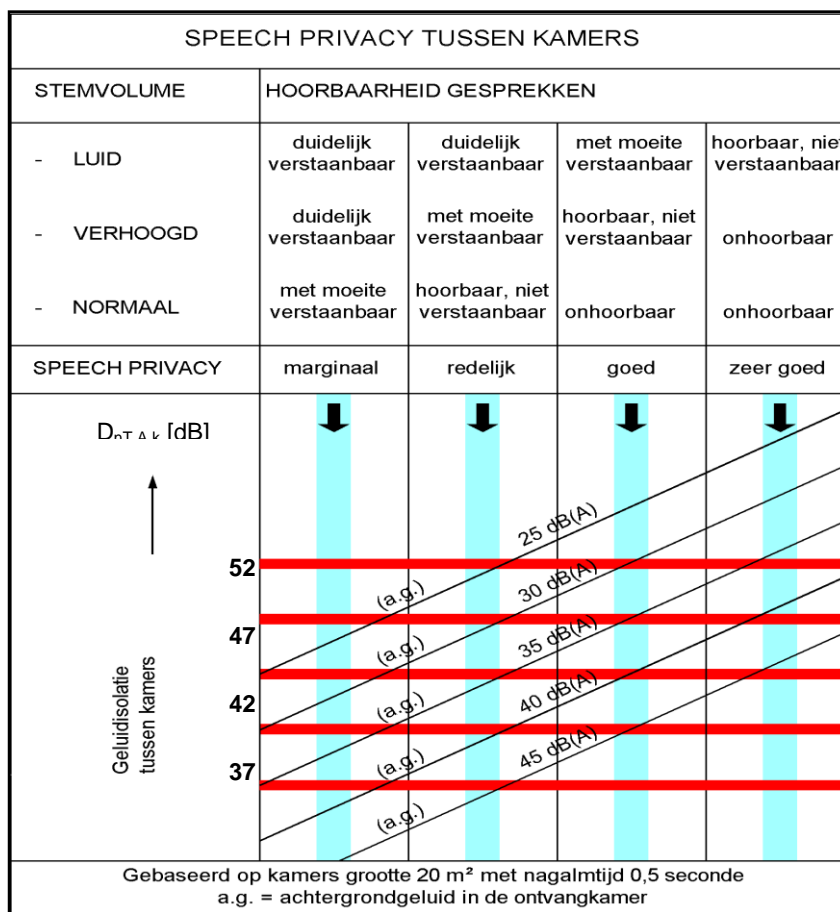
De speechprivacy in een concrete situatie geeft aan in welke mate een gesprek dat in een ruimte wordt gevoerd in een aangrenzend vertrek of een nabije omgeving hoorbaar of verstaanbaar is

De eis die men stelt aan de geluidisolatie tussen ruimten in kantoorgebouwen wordt onder andere bepaald door de gewenste speechprivacy.

De speechprivacy is afhankelijk van het volgende:

- de geluidisolatie tussen de ruimten;
- het achtergrondgeluidniveau in de betreffende ruimten, bijvoorbeeld ten gevolge van het wegverkeerslawaai, de technische installaties en apparatuur;
- de afmetingen van de ruimten en de ruimteakoestische afwerking.

In figuur 7 is de onderlinge relatie zichtbaar gemaakt voor de speech-privacy tussen besloten ruimten.



figuur 7 | Speechprivacy tussen verschillende ruimten. Zo is af te lezen dat bijvoorbeeld bij een geluidisolatie van 52 dB en een achtergrondgeluidniveau in de ontvangstruimte van 30 dB(A) een goede speechprivacy is bereikt. In plaats van $D_nT;A$ wordt hier de geluidisolatie uitgedrukt in $D_nT;A,k$ wat ontstaan is door vertaling van de figuur van $R'w$ -waarden.



Gebruik van de speechprivacy als criterium heeft derhalve als voordeel dat in een rumoerige omgeving niet een overdreven goede wand, en in een erg stille omgeving niet een te slechte wand wordt gekozen. Voor het stemvolume kan aangehouden worden: normaal 55-60 dB(A), bij verhoogde toon 65 dB(A) en 70 dB(A) voor luid.

De eis ten aanzien van de geluidisolatie kan ook voortkomen uit in een bepaalde ruimte optredende, relatief hoge geluidniveaus, bijvoorbeeld ten gevolge van in die ruimte opgestelde apparatuur (printers en dergelijke), die voldoende afscherming naar naastgelegen ruimten vereisen. De eisen zijn dan afhankelijk van het optredende geluidniveau.

Aan de geluidisolatie van vertrekscheidende constructies worden in het algemeen hogere eisen gesteld dan aan die van gangwandconstructies, omdat gangen als akoestisch minder kritische (verkeers)ruimten zijn te kwalificeren. Bovendien wordt de geluidisolatie van een gangwand in het algemeen beperkt door de aanwezigheid van een deur.

In kleinere kantoren is een ruisachtig installatiegeluidniveau van 35-40 dB gewenst, maar zeker niet hoger dan 40 dB omdat dit door de gebruikers over het algemeen als hinderlijk wordt ervaren. Een lager niveau dan 35 dB is echter evenmin wenselijk omdat dan eisen aan de geluidisolatie van de scheidingsconstructie zodanig hoog worden dat hier met normale verplaatsbare scheidingswanden niet aan kan worden voldaan.

In een open kantoorlandschap is een ruisachtig installatiegeluidniveau van circa 40 dB normaal gesproken zonder meer aanvaardbaar, omdat door de gebruikers zelf een geluidniveau wordt veroorzaakt dat naar verwachting 40-45 dB zal bedragen. Een aanmerkelijk lager niveau is zelfs niet gewenst omdat dan de maskering van gesprekken vermindert en dus de akoestische privacy ook minder is. Een gesprek is over het algemeen niet verstaanbaar indien het niveau van het gesprek circa 10 dB onder het achtergrondniveau ligt. Bij een achtergrondgeluidniveau van bijvoorbeeld 45 dB betekent dit dus dat het niveau van het gesprek lager dient te zijn dan 35 dB.

Akoestisch comfort

7.2 Prestatie eisen kantooromgeving

7.2.1 Geluidisolatie scheidingsconstructies

De eisen aan de geluidreductie tussen werkplekken wordt gekoppeld aan de privacy-gevoeligheid van de functie van de werkplek alsmede het activiteitsniveau en de geluidproductie.

In dit verband worden de navolgende categorieën onderscheiden:

Besloten ruimten:

1. ruimten met hoge speechprivacy als gevolg van de functie, met een min of meer vaste structuur van ruimtescheidingen (bijvoorbeeld in vergadercentra);
2. ruimten met verhoogde speechprivacy als gevolg van de functie in een flexibele kantooromgeving (mede gerelateerd aan hetgeen realiseerbaar is met flexibele scheidingsconstructies);
3. besloten werkplekken met 1 – 4 personen;

Open ruimten:

4. open geclusterde werkplekken;
5. open overlegplekken of grote zalen als callcentra.

In tabel 34 en tabel 35 worden de prestatie-eisen ten behoeve van het akoestisch comfort in de kan-



toorumgeving aangeduid. Hieronder worden de verschillende prestatie-eisen nader omschreven.

Onder de geluidisolatie van een scheidingsconstructie wordt verstaan de mate waarin het aan één zijde van de scheidingsconstructie geproduceerde geluid verzwakt wordt doorgelaten naar de andere zijde van de scheidingsconstructie. Deze geluidisolatie kan onderscheiden worden in luchtgeluid- en contactgeluidisolatie. Indien in een ruimtescheidende constructie over meer dan 40 % van het oppervlak doorzichtig glas wordt toegepast, zal door het zicht op de naastgelegen activiteiten doorgaans een beperktere speechprivacy geaccepteerd worden. Een reductie van 2 dB van de geluidisolatie is in de situaties dan ook acceptabel en ook realiseerbaar. Genoemde getalswaarden zijn gestoeld op basis van praktijkervaringen.

Prestatieniveau:				
Matrix akoestische richtlijnen				
	Kenmerken	Besloten ruimten		
		Categorie 1	Categorie 2	Categorie 3
	Categorie voorbeeld ruimten	hoge spraakdiscretie bijv. vergadercentrum	verhoogde spraakdiscretie in kantooromgeving bijv. spreekkamers etc.	besloten werkplek/concentratieplek (1-4 personen)
a	min. lucht-geluidrukniveaoverschil naar verblijfsruimten ($D_{nT,A}$ in dB)	45	42	39
b	min. lucht-geluidrukniveaoverschil naar verkeersruimten ($D_{nT,A}$ in dB)	33	33	27
c	min. lucht-geluidrukniveaoverschil naar verblijfsruimten via wand met deur ($D_{nT,A}$ in dB)		33	33
d	min. lucht-geluidrukniveaoverschil naar sanitair ($D_{nT,A}$ in dB)	48	48	48
e	min. lucht-geluidrukniveaoverschil naar overige ruimten ($D_{nT,A}$ in dB)	45	42	33
f	max. contact-geluidrukniveau naar verblijfsruimten ($L_{nT,A}$ in dB) (incl. vloerafwerking)	57	57	57
g	max. contact-geluidrukniveau naar verkeersruimten ($L_{nT,A}$ in dB) (incl. vloerafwerking)	67	67	67
h	max. contact-geluidrukniveau voor huurders- of gebruikersscheiding ($L_{nT,A}$ in dB) (incl. vloerafwerking)	48	48	48

tabel 34 | Prestatie-eisen voor de geluidisolatie scheidingsconstructies.

Bepalingsmethode:

Zie NEN 5077 +C1: (2008) Geluidwering in gebouwen

NEN-EN-ISO 16032:(2004) Acoustics - Measurement of sound pressure level from service equipment in buildings - Engineering method

Opmerkingen

In tabel 34 worden de vereiste geluidisolatie-eisen nader aangeduid. Hierbij wordt een referentiegalmtijd van 0,5 s gehanteerd.

In het handboek is gekozen voor het hanteren van de grootheden $D_{nT,A}$ en $L_{nT,A}$ op basis van NEN



5077: 2006 incl. C1: 2008. Deze grootheden vervangen I_{lu} , respectievelijk I_{co} . Hierbij vervalt tevens het hanteren van een referentie nagalmtijd (T_{ref}) van 0,8 s waarbij de correctie in ruimten met een kortere galm een verzwaring van de eis.

Akoestisch comfort
Prestatie eisen kantooromgeving

7.2.2 Geluidsafname open kantoorvloeren

De speechprivacy is afhankelijk van de afstand tussen bron en ontvanger, akoestische afwerkingen en het heersende achtergrondgeluidniveau.

Een op normale toon gevoerd gesprek heeft een niveau van circa 55-60 dB(A) op 1 m. Op grotere afstand van de spreker daalt dit niveau. In het vrije veld (buiten) is de afname 6 dB(A) per afstandsverdubbeling. In een open kantoorlandschap is 5 dB(A) per afstandsverdubbeling het maximaal haalbare in een situatie zonder schermen o.d. Dit betekent dat tot afstanden van 15-30 m gesprekken gehoord en deels verstaan kunnen worden. Bij een situatie tussen werkplek-clusters met andersoortige activiteiten is een grote afname wenselijk van 11 dB(A) per afstandsverdubbeling.. Op 15 m afstand is er immers sprake van bijna 4 afstandsverdubbelingen en dus een verzwakking van 20 dB(A). Dit resulteert dan in een geluidniveau van 35 – 40 dB(A), hetgeen doorgaans gelijk ligt aan het heersende achtergrondniveau, met de verstaanbaarheid als gevolg. Bij een situatie tussen werkplek-clusters met andersoortige activiteiten is een grote afname wenselijk van 11 dB(A) per afstandsverdubbeling.

Prestatieniveau:

Matrix akoestische richtlijnen			
Kenmerken		Open ruimten	
	Categorie	Categorie 4	Categorie 5
	voorbeeld ruimten	open geclusterde werkplek (4-8 pers.)	open overlegplek callcenter
a	min. lucht-geluiddruk-niveaunderschil naar verblijfsruimten ($D_{nT,A}$ in dB)	nvt	nvt
b	min. lucht-geluiddruk-niveaunderschil naar verkeersruimten ($D_{nT,A}$ in dB)	nvt	nvt
c	min. lucht-geluiddruk-niveaunderschil naar verblijfsruimten via wand met deur ($D_{nT,A}$ in dB)	nvt	nvt
d	min. lucht-geluiddruk-niveaunderschil naar sanitair ($D_{nT,A}$ in dB)	48	48
e	min. lucht-geluiddruk-niveaunderschil naar overige ruimten ($D_{nT,A}$ in dB)	33	33
f	max. contact-geluiddruk-niveau naar verblijfsruimten ($L_{nT,A}$ in dB) (incl. vloerafwerking)	57	57
g	max. contact-geluiddruk-niveau naar verkeersruimten ($L_{nT,A}$ in dB) (incl. vloerafwerking)	67	67
h	max. contact-geluiddruk-niveau voor huurders- of gebruikersscheiding ($L_{nT,A}$ in dB) (incl. vloerafwerking)	48	48

tabel 35 | Richtlijnen voor de geluidreductie tussen open kantoren en aangrenzende ruimten.



Bepalingsmethode: NEN 5077.

Opmerking(en):

Spraakdiscretie

Vooralsnog is in het Handboek afgezien van een kwalificatie van de spraakdiscretie in open ruimten in de vorm van een STI-waarde. In de definitie van de STI kan indien gewenst de maskering van het achtergrondgeluidsniveau worden opgenomen, met en zonder aanwezigheid van mensen. .

Voor de STI-waarde als maat voor spraakverstaanbaarheid kan eventueel onderstaande tabel 36a worden gehanteerd. De waarden zijn afkomstig uit de NEN-EN-ISO 9921:2003 annex F.

Spraakverstaanbaarheid	STI [-]	Spraakdiscretie
uitstekend	> 0,75	geen
goed	0,60 – 0,75	laag
acceptabel	0,45 – 0,60	normaal
matig	0,35 – 0,45	hoog
slecht	< 0,30	zeer hoog

tabel 36a | *STI-waarden en bijbehorende beoordeling van spraakverstaanbaarheid.*

Voor de STI-waarde als maat voor spraakdiscretie kan onderstaande 36b worden gehanteerd. De waarden zijn afkomstig uit de NEN-EN-ISO 3382-3:2009 Ontw.. De vertaling naar de mate van spraakdiscretie (en afleiding) is een interpretatie van de werkgroepLEDEN. Het verdient echter aanbeveling om de STI-waarden te combineren met onderlinge afstand tussen bron en ontvanger, zoals dat in NEN-EN-ISO 3382-3:2009 Ontw wordt gedaan met de rD (distraction distance) en rP (privacy distance).

Spraakdiscretie	STI [-]
geen	> 0,50
geen, maar minder afleiding	0,20 – 0,50
goed en geen afleiding	< 0,20

tabel 36b | *STI-waarden en bijbehorende beoordeling van spraakdiscretie (en afleiding)*

Inrichting open kantooruimten

De aangehouden richtlijnen voor de categorieën waarbinnen de open kantooruimten zijn ingepast in praktische zin leiden tot de navolgende aanbevelingen, ook gericht op de bedrijfsmatige organisatie:

- de werkzaamheden (op het gebied van concentratie en geluidproductie) van bij elkaar te situeren personen dienen zoveel mogelijk gelijksoortig te zijn;
- besprekingen van 4 of meer personen dienen bij voorkeur niet in de open kantooruimte te worden uitgevoerd;
- het aantal werkplekken in een open werkgebied moet bij voorkeur tot een groepsgrootte van maximaal 4 tot 8 personen beperkt te blijven;
- geluidproducerende activiteiten en apparaten dienen separaat te worden ondergebracht dan wel met geluidabsorberende wanden/schermen afgeschermd te worden van de werkplekken;
- de looproutes dienen bij voorkeur afgeschermd te worden van de werkplekken middels (kast-)wanden met een hoogte van circa 1,4 m;
- alle bureaugroepen in de open werkruimte kunnen van elkaar afgeschermd worden met geluidabsorberende schermen. Deze dienen tenminste 400 mm boven bureaublad uit te steken, maar niet veel hoger, zodat het visuele contact tussen medewerkers gehandhaafd blijft.
- grote open werkplekken dienen te worden voorzien met plafondafwerkingen met een hoge geluidabsorptie ter vermindering van reflecties over het plafond.



Akoestisch comfort Prestatie eisen kantooromgeving

7.2.3 Ruimteakoestiek

Een goede akoestische beleving wordt ondersteund door een bij de functie passende nagalmtijd.

In tabel 37 wordt, gerelateerd aan bovenstaande beschouwing, tevens de maximum nagalmtijd weergegeven. Het gaat hier om de nagalmtijd, gemiddeld over de octaafbanden met middenfrequenties van 250 t/m 2000 Hz.

Hinderlijke flutterecho's dienen te worden vermeden.

Onderscheid wordt gemaakt in ingerichte en niet-ingerichte ruimten. In niet-ingerichte ruimten zijn reeds aanwezig scheidingswanden, vloerbedekking en plafonds.

Prestatieniveau:

Kenmerken	Besloten ruimten					
	Categorie voorbeeld ruimten	Categorie 1	Categorie 2	Categorie 3	Categorie 4	Categorie 5
		hoge spraakdiscretie bv vergader-ruimte	verhoogde spraak discretie bv. spreekkamer.	besloten werkplek (1-4 personen)	open geclusterde werkplek (4-8 personen)	open overlegplek callcenter
k max. nagalmtijd: (T in s)						
ingerichte ruimte		0,6	0,6	0,6	0,5	0,5
niet-ingerichte ruimte		0,8	0,8	0,8	0,6	0,6

tabel 37 | Richtlijnen voor de nagalmtijd voor kantoorfuncties.

Bepalingsmethode:

Zie NEN 5077+ C1:2008

Opmerking(en):

Gekozen is voor een gemiddelde nagalmtijd van 250 – 2000 Hz gerelateerd aan de normaliter aanwezige geluidproductie in kantooromgevingen alsmede de relatief eenvoudige configuraties van dergelijke omgevingen.

Akoestisch comfort

7.3 Richtlijnen overige akoestische aspecten

7.3.1 Achtergrondgeluidniveau van installaties en apparatuur

Het achtergrondgeluidniveau bepaalt mede het akoestisch comfort

In tabel 38 wordt eveneens het maximale equivalente achtergrondgeluidniveau weergegeven ($L_{i,A}$) ten gevolge van de technische installaties. Deze getalswaarden dienen eveneens aangehouden te worden als richtlijn voor de in de ruimten aanwezige apparatuur.



Prestatieniveaus:

Kenmerken	Besloten ruimten				
	Categorie 1	Categorie 2	Categorie 3	Categorie 4	Categorie 5
Categorie voorbeeld ruimten	hoge spraakdiscretie bijv. vergader	verhoogde spraakdiscretie bijv. spreekk.	besloten werkplek (1-4 personen)	open geclusterde werkplek (4-8 personen)	open overlegplek callcenter
i geluiddrukniveau t.g.v. buitengeluid (industrie-, spoor-, weg-, luchtvaartlawaai) (L_{Aeq} in dB)	35	40	40	40	45
j installatie-geluiddrukniveau (L_{IA} in dB)	35	35	35	40	40

tabel 38 | Richtlijnen voor het achtergrondgeluidniveau van installaties.

Bepalingsmethode:

NEN 5077 + C1²: (2008: Geluidwering in gebouwen)

Akoestisch comfort

Richtlijnen overige akoestische aspecten

7.3.2 Geluidproductie ten gevolge van weersinvloeden

Geluidproductie door de gevel/luifel (zoals kraken, tikken, fluitgeluiden of tonale geluiden, etc.) ten gevolge van weersinvloeden (windbelasting, temperatuurwisselingen en bezonning) dient te worden voorkomen.

Uitzondering kan worden gemaakt voor de navolgende geluidvormen mits aan de hierna genoemde voorwaarden wordt voldaan.

Geluid van regen en hagel op gevel- respectievelijk dakdelen dient in kantoren en andere werk- respectievelijk verblijfsruimten (rekening houdend met de diverse indelings-mogelijkheden en uitgaande van een standaarddiepte van 5,4 m en een nagalmtijd van 0,5 s) de 45 dB(A) niet te overschrijden (maximale geluidniveau).

Windgeluiden met een ruisachtig karakter bij windsnelheden tot circa 5 m/s (gemeten op 10 m hoogte vrije veld meteostation) dienen in binnenruimten het achtergrondgeluidniveau ten gevolge van verkeer en/of technische installaties ofwel een geluidniveau van circa 35 dB(A) niet te overtreffen.

Prestatieniveaus:

Geluidniveau maximaal tgv regen ≤ 45 dB(A).

Geluidniveau maximaal tgv wind (ruis) \leq circa 35 dB(A).

Bepalingsmethode:

Zie NEN 5077 +C1:2008²



Akoestisch comfort

Richtlijnen overige akoestische aspecten

7.3.3 Geluidemissie naar omgeving

Ter beperking van de geluidoverlast door technische installaties naar de omgeving, worden in het kader van de Wet milieubeheer eisen gesteld. Daarnaast worden eisen gesteld voor de eigen gevels (niet wettelijk)

De equivalente geluidbelasting op de eigen gevels ten gevolge van installaties binnen het project mag niet meer bedragen dan 55 dB(A) bij gevels met te openen ramen resp. 60 dB(A) bij gevels zonder te openen delen.

Prestatieniveaus:

$L_{A\text{eq}}$ ≤ 55 dB(A) bij te openen delen
≤ 60 dB(A) zonder te openen delen.

Bepalingsmethode:

NEN-EN-ISO 16032²: 2003

Akoestisch comfort

Richtlijnen overige akoestische aspecten

7.3.4 Trillingen en bouwlawaai

Voor de bouwfase dient hinder naar en schade aan de omgeving te worden ingeschat.

Vermeden moet worden schade aan gebouwen, hinder voor personen in gebouwen alsmede storingen aan apparatuur ontstaan als gevolg van trillingen.

Schade aan gebouwen, hinder voor personen in gebouwen alsmede storingen aan apparatuur ontstaan als gevolg van trillingen dienen te worden vermeden. Voor de grenswaarden en beoordelingsmethoden wordt aangesloten bij de SBR meet- en beoordelingsrichtlijnen voor trillingen deel A (Schade aan gebouwen), deel B (Hinder voor personen in gebouwen) en deel C (Storing aan apparatuur).

Bepaling vindt plaats aan de hand van technische specificaties. De te hanteren meetmethode wordt omschreven in de Richtlijnen van de SBR..

Inzake geluidniveaus ten gevolge van bouwactiviteiten in het eigen gebouw kan het volgende worden aangehouden.

Het enige wettelijk voorgeschreven maximaal toelaatbaar geluidniveau op de werkplek heeft relatie met het optreden van blijvende gehoorschade en heeft betrekking op geluidniveaus van 80 dB(A) en hoger, gemiddeld over een werkdag.

Daarnaast worden voor kantoorwerkzaamheden uit het oogpunt van comfort wel richtlijnen en aanbevelingen gegeven, maar geen wettelijk voorgeschreven toelaatbaar niveau. De richtlijnen zoals het Arbo Informatieblad AI-7 'Kantoren' geven aan dat gestreefd dient te worden naar een equivalent geluidniveau van 45 dB(A) gedurende de arbeidstijd met name voor concentratie bij beeldschermgebruik.

Bekend is dat bij geluidniveaus boven de 55 dB(A) het voeren van telefoongesprekken wordt gehinderd. Derhalve wordt het volgende voor kantoorwerkzaamheden aangehouden (geen wettelijke status):



Prestatieniveaus:

Vertrek	Equivalent niveau continu dB(A)	Equivalent niveau ≤ 1 uur per dag dB(A)
Kantoor	45	55

tabel 39 | *Toelaatbare niveaus in kantoren ten gevolge van bouwactiviteiten.*

Bepalingsmethode:

NEN-EN-ISO 16032 (2004: Licht en verlichting – Werkplekverlichting).

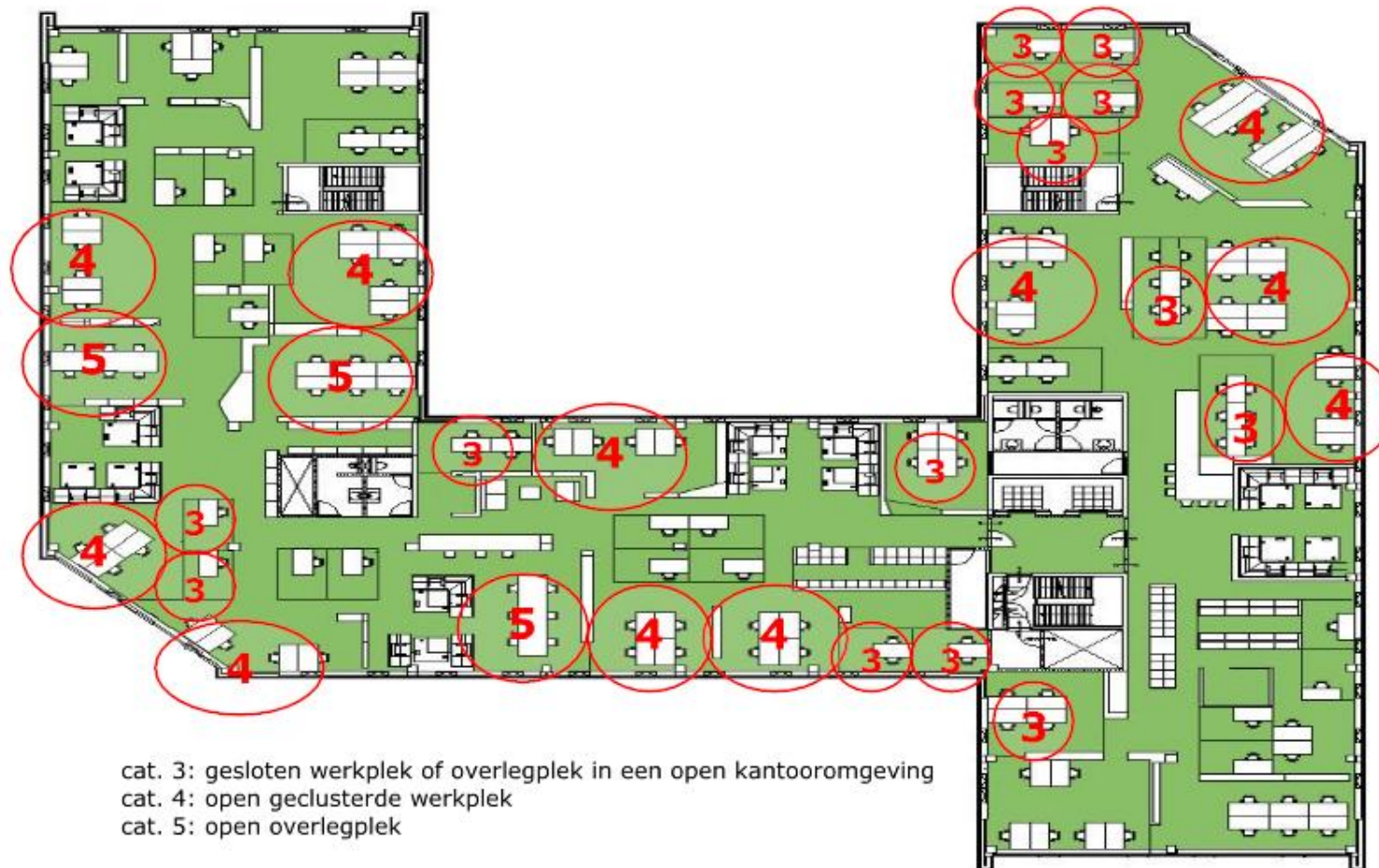
Opmerking(en):

Het enige wettelijk voorgeschreven maximaal toelaatbaar geluidniveau op de werkplek heeft relatie met het optreden van blijvende gehoorschade en heeft betrekking op geluidniveaus van 80 dB(A) en hoger.

Akoestisch comfort

7.4 Relevante normen en documenten

- Geluidrukniveau L_{aeq} : NEN-EN-ISO 16032: 2004
- Contactgeluidrukniveau $L_{nT,A}$: NEN 5077 + C1: 2008
- Luchtgeluidrukniveauverschil $D_{nT,A}$: NEN 5077 + C1: 2008I
- Installatiegeluidniveau $L_{i,A}$: NEN 5077 + C1: 2008
- Nagalmtijd T: NEN 5077 + C1: 2008
- NEN-EN-ISO 9921:2003 annex F, spraakverstaanbaarheid;
- SBR meet- en beoordelingsrichtlijnen voor trillingen deel A;
- Arbo Informatieblad AI-7 'Kantoren'



figuur 8 | Geeft een voorbeeld van de categorieën 3 t/m 5.

De eisen aan de geluidreductie tussen werkplekken wordt gekoppeld aan de privacy-gevoeligheid.

Spreekkamers vallen in categorie 3 als ze in een open kantoorlandschap liggen.



Bijlage	Matrix akoestische richtlijnen						
Kenmerken			Besloten ruimten			Open ruimten	
	Categorie voorbeeld ruimten	Categorie 1 hoge spraakdiscretie b.v. vergadercentrum	Categorie 2 verhoogde spraakdiscretie in kantoor omgeving b.v. spreekkamers etc.	Categorie 3 besloten werkplek/concentratieplek (1 – 4 personen)	Categorie 4 open geclusterde werkplek (4 – 8 personen)	Categorie 5 open overlegplek callcenter	
a.	min. lucht-geluiddrukkniveaoverschil ¹⁾ naar verblijfsruimten (D_{nT,A} in dB(A))	45	42	39	39	39	
b.	min. lucht-geluiddrukkniveaoverschil ¹⁾ naar verkeersruimten (D_{nT,A} in dB(A))	33	33	27	27	27	
c.	min. lucht-geluiddrukkniveaoverschil ¹⁾ naar verblijfsruimten via wand met deur (D_{nT,A} in dB(A))		33	33	33	33	
d.	min. lucht-geluiddrukkniveaoverschil ¹⁾ naar sanitair (D_{nT,A} in dB(A))	48	48	48	48	48	
e.	min. lucht-geluiddrukkniveaoverschil ¹⁾ naar overige ruimten (D_{nT,A} in dB(A))	45	42	33	33	33	
f.	max. contact-geluiddrukkniveau naar verblijfsruimten (L_{nT,A} in dB(A)) (incl. vloerafwerking)	57	57	57	57	57	
g.	max. contact-geluiddrukkniveau naar verkeersruimten (L_{nT,A} in dB(A)) (incl. vloerafwerking)	67	67	67	67	67	
h.	max. contact-geluiddrukkniveau voor huurders- of gebruikersscheiding (L_{nT,A} in dB(A)) (incl. vloerafwerking)	48	48	48	48	48	
i.	geluiddrukkniveau t.g.v. buitengeluid (industrie-, spoor-, weg-, luchtvaartlawaai) (L_{Aeq} in dB(A))	35	40	40	40	45	
j.	installatie-geluiddrukkniveau (L_{t,A} in dB(A))	35	35	35	40	40	
k.	max. nagalmtijd, ingerichte ruimte (T in s) niet-ingerichte ruimte (T in s)	0,6 0,8	0,6 0,8	0,6 0,8	0,5 0,6	0,5 0,6	
l.	afname geluid per afstandsverdubbeling (DL_{2,s} in dB) binnen werkplek cluster met gelijke activiteiten tussen werkplek clusters met andersoortige activiteiten ontwerp NEN-EN-ISO 3382-3)	n.v.t. n.v.t.	n.v.t. n.v.t.	n.v.t. n.v.t.	5 11	5 11	

TOELICHTING

1) luchtgeluidsisolatie eisen zijn af te leiden uit figuur 1 op basis van een functionele spraakdiscretie

tabel 40 | Matrix met akoestische richtlijnen.



8. Binnenluchtkwaliteit

Eisen aan luchtkwaliteit worden geformuleerd om:

- te voorkomen dat gebruikers van huisvesting bij het uitoefenen van hun activiteiten nadelige gezondheidseffecten ondervinden door de hen omringende lucht;
- goede condities worden gerealiseerd voor het leveren van de functionele prestaties, waarvoor de huisvesting is bedoeld;
- geen schade optreedt aan goederen of processen, die in het gebouw worden gehuisvest.

Binnenluchtkwaliteit

8.1 Basiseisen t.b.v. het handboek

Voor het bereiken van de doelstelling wordt de Trias filosofie gevolgd, nl.:

Stap 1: beperken van de vraag:

- voorkomen van bronnen die de binnenluchtkwaliteit aantasten, bijvoorbeeld door het gebruik van weinig vervuilende bouwmaterialen, inrichtingsmaterialen, installatiecomponenten, apparatuur, e.d.
- de hoeveelheid ventilatie aan te passen aan de behoefte en alleen te ventileren wanneer dit benodigd is (Stap 1: beperken van de vraag);

Stap 2: benutten van duurzame bronnen;

- het benutten van natuurlijke drijvende krachten en mechanismen om luchtverontreiniging te voorkomen of te verminderen
- het optimaliseren van de effectiviteit en efficiency van de luchtverversing in het gebouw, zowel door energiezuinige installaties met een maximaal rendement als door het benutten van ventilatieprincipes die een hoge ventilatie-efficiency teweegbrengen. (Stap 3: efficiënt gebruik van conventionele bronnen);

Stap 3: efficiënt gebruik van conventionele bronnen:

- het optimaliseren van de effectiviteit (doeltreffendheid) en efficiëntie (doelmatigheid) van de luchtverversing in het gebouw (bijvoorbeeld door :
 - het toepassen van energiezuinige installaties met een maximaal rendement,
 - en het benutten van ventilatieprincipes die een hoge ventilatie effectiviteit teweegbrengen (bijvoorbeeld het afvoeren van vervuilde lucht bij de vervuilsbron).

Hieruit kunnen de volgende aandachtspunten worden afgeleid:

- De kwaliteit van het binnenmilieu dient er op gericht te zijn bij een acceptabel comfortniveau de productiviteit van mensen in het gebouw te verhogen en het ziekteverzuim te verlagen;
- Deze kwaliteit dient in het gebouw daar gerealiseerd te worden waar lucht wordt ingeademd en ten aanzien van irriterende agentia, waar personen in contact komen met de omringende lucht;
- In zones binnen het gebouw waar slechts kortstondig personen aanwezig zijn of alleen tijdens bijzondere situaties (bijv. hoog in een ruimte) kan met een lagere luchtkwaliteit worden volstaan;
- Door een effectief en efficiënt ventilatiesysteem worden onvermijdelijke verontreinigingen van de binnenlucht afgevoerd. Bij voorkeur worden natuurlijke principes toegepast, die tot een energiezuinige en robuuste luchtuitwisseling leiden door toepassing van fysische stromingsprincipes zoals thermische trek, benutting van winddruk, luchtstroming van licht vervuild naar zwaar vervuild, e.d.
- De verspreiding en menging van vervuiling dient zo veel mogelijk te worden voorkomen, bv door toepassing van luchtdichte scheidingsconstructies, overdrukprincipe, e.d.
- Het ventilatiesysteem moet eenvoudig en robuust van opzet zijn, waardoor reinigen en onderhoud



gemakkelijk kunnen plaatsvinden en het risico op verstoringen gering is;

- Beperk de risico's van vervuiling door vaak voorkomende oorzaken, door bevochtiging van de ventilatielucht, warmterugwinning via warmtewielen en recirculatie van ventilatielucht te vermijden of alleen toe te passen als de risico's voor de binnenluchtkwaliteit goed omschreven zijn en zijn afgedekt met maatregelen om luchtvervuiling te voorkomen.
- De manier waarop toe- en afvoervoorzieningen voor ventilatielucht worden ontworpen bepaalt in sterke mate de effectiviteit van de luchtverversing. Door slimme ontwerpkeuzes kan een hoge luchtkwaliteit met een lage luchthoeveelheid worden behaald.
- De debieten en regeling van het ventilatiesysteem dienen gericht te zijn op het beoogde doel van luchtkwaliteit, dus voorkomen moet worden dat voor personen wordt geventileerd als deze niet aanwezig zijn of voor emissies van bouwmaterialen e.d. als deze niet voorkomen. Door zogenaamd vraaggestuurd ventileren is een goede luchtkwaliteit te realiseren, ook in een energiezuinig ontwerp. Het voorkomen van onnodig ventileren beperkt tevens kosten, slijtage, onderhoud, geluidhinder, e.d.;
- Op basis van (momentane) controlemetingen wordt de werking van het systeem gecontroleerd en periodiek bijgesteld;
- Schoonmaken beperkt de blootstelling aan ongewenste stoffen en resulteert daarmee in minder gezondheidsklachten. De systematiek van de Vereniging Schoonmaak Research (VSR) geeft hiervoor goede richtlijnen. Verlangd wordt dat niet alleen het schoonmaakbeleid hierop gericht is, maar ook het ontwerp van de huisvesting en dienstverlening zodat ook de gebruikers hieraan bij kunnen dragen;
- Tijdens de levering, opslag en montage van bouwdeelen en met name onderdelen van het ventilatiesysteem dient zorg te worden gedragen dat deze zo min mogelijk vervuilen en schoon worden opgeleverd. Bij gefaseerde oplevering en tijdens de (af)bouw worden maatregelen genomen om te voorkomen dat gereede onderdelen vervuilen door werkzaamheden elders in het gebouw;
- Bij de keuze van materialen dient rekening te worden gehouden met de emissie van schadelijke stoffen die de gezondheid kunnen aantasten. Hierbij dient ook rekening te worden gehouden met bijzondere omstandigheden als bijvoorbeeld brand;
- Bij toepassing van producten en bouwmaterialen (zoals lijmen, kitten, verf, etc.) die een hoge beginemissie kennen, worden deze zoveel mogelijk buiten het gebouw toegepast of opgeslagen, totdat de emissie een acceptabele lage waarde heeft. Als dit niet mogelijk is, dient in het gebouw in de beginperiode een aangepast (hoger) ventilatieregime te worden toegepast om de vervuilingen zo snel mogelijk af te voeren.

Basiseisen t.b.v. het handboek

Minimale luchtverversingseisen voor nieuwe en bestaande gebouwen zijn vastgelegd in het Bouwbesluit. Daar geeft dit kwaliteitshandboek geen invulling aan. De eisen die hier worden geformuleerd zijn bedoeld om -vanuit het belang van de gebouweigenaar –en gebruiker een optimaal binnenklimaat te realiseren, waarbij gezondheid en productiviteit in het gebouw wordt bevorderd en storingen en onderhoud worden geminimaliseerd. Het uitgangspunt is een bedrijfseconomische afweging over het integrale huisvesting- en bedrijfsproces en over de levensduur van het gebouw. Dit uitgangspunt is anders dan in de regelgeving.



Op basis van voorgaande doelstelling kunnen de te stellen eisen t.b.v. het ontwerpproces voor huisvesting worden onderverdeeld naar:

1. Voorkomen van vervuilingbronnen door:
 - a. toepassing van emissiearme materialen voor bouwdeelen, afwerkingelementen en inrichting;
 - b. inrichten van aparte ruimten voor vervuilende apparaten en/of processen;
 - c. goed ontwerp en onderhoud van voorzieningen voor luchtverversing;
2. Adequate verse luchttoevoer;
3. Individuele beïnvloedingsmogelijkheden voor luchtkwaliteit.

NEN-EN 15251 bevat richtlijnen voor een goed binnenklimaat. In de bijlagen van de euronorm wordt een aanpak gegeven om de capaciteit van het ventilatiesysteem te ontwerpen. Hierbij wordt een verband gelegd tussen het aantal verwachte ontevreden gebouwgebruikers en de toegepaste ventilatiecapaciteit. De ventilatiecapaciteit wordt afhankelijk gesteld van de verontreiniging door mensen (op basis van CO₂-belasting) en verontreiniging door de materialen en componenten in het gebouw. Dit is uitgedrukt in vier kwaliteitsniveaus.

Het Bouwbesluit stelt in artikel 3.29 eisen aan de ventilatiecapaciteit voor een kantoorfunctie bepaald volgens NEN 1087: voor een verblijfsgebied en een verblijfsruimte 6,5 dm³/s per persoon.

Prestatieniveaus:

Categorie	Omschrijving
I	Een hoog ambitieniveau, wordt aanbevolen voor ruimten die gebruikt worden door zeer gevoelige en vatbare personen zoals gehandicapten, zieken, jonge kinderen en ouderen.
II	Een gemiddeld ambitieniveau voor gebruik in nieuwbouw en renovaties
III	Een acceptabel ambitieniveau voor gebruik in bestaande gebouwen
IV	Waarden die niet voldoen aan de criteria voor de categorieën I t/m III. Deze categorie is alleen acceptabel voor gebruik gedurende een tijdelijk gedeelte van een jaar

tabel 41 | *Indeling in 4 categorieën luchtkwaliteit voor gebouwen (NEN-EN 15251).*

Bepalingsmethode:

NEN-EN 15251; (2007: Ventilation for buildings - Calculation methods for energy losses due to ventilation and infiltration in commercial buildings).

Opmerkingen

In het kader van dit handboek wordt geen verdeling gemaakt naar nieuwe of bestaande gebouwen. Het is immers voor de gezondheid en functionaliteit van de gebruiker niet relevant of de activiteit in een bestaand of nieuw gebouw gebeurt. Wel is het relevant om een onderscheid te maken naar gebruikers (extra of normaal vatbaar voor luchtverontreinigingen en eventueel verminderd vatbaar dankzij specifieke persoonsbescherming) en naar de duur van het verblijf. Bij de formulering van prestatie-eisen is (in de norm) van een aantal standaard gebruikssituaties uitgegaan voor een kantooromgeving Dit leidt tot de volgende omschrijving van categorieën:

- I. ruimten met bijzondere hoge eisen aan de luchtkwaliteit (conform NEN-EN 15251 komt dit overeen met 15 % ontevredenen);



- II. ruimten met een standaard luchtkwaliteit, bedoeld voor langdurig verblijf (langer dan 2 uur per dag) (conform NEN-EN 15251 komt dit overeen met 20 % ontevredenen);
- III. ruimten met een lagere luchtkwaliteit, bedoeld voor kortdurig verblijf van personen (conform NEN-EN 15251 komt dit overeen met 30 % ontevredenen); ruimten met specifieke eisen, die primair niet bedoeld zijn voor het verblijf van personen, zoals techniek, opslag, e.d.;
- IV. ruimten met specifieke eisen, die primair niet bedoeld zijn voor het verblijf van personen, zoals techniek, opslag, e.d.

Binnenluchtkwaliteit

8.2 Voorkomen van vervuiling- en verontreinigingsbronnen

8.2.1 Toepassen van emissiearme materialen

Voor het voorkomen van verontreinigingen gelden onderstaande functionele eisen:

De interieurmaterialen zijn voldoende emissiearm, ze geven tijdens de gebruiksfase alleen in beperkte mate vluchtige organische stoffen af, nauwelijks semivluchtige organische stoffen en verwaarloosbare hoeveelheden kankerverwekkende stoffen. Ook verspreiden ze geen overmatige hoeveelheden (fijn) stof of glas- en steenwolvezels.

Prestatieniveaus:

De materiaaleisen zoals gesteld in NEN-EN 15251 (annex C) voor low-polluting en very low-polluting buildings worden aangehouden als volgt:

- Categorie I: Eisen voor **very** low-polluting buildings;
- Categorie II: Eisen voor low-polluting buildings;
- Categorie III/IV: Geen eisen aan bouw- en inrichtingmaterialen.

tabel 42 | Toepassen van emissiearme materialen per gebouw categorie(polluting).

Bepalingsmethode:

NEN-EN 15251 (2007: Ventilation for buildings - Calculation methods for energy losses due to ventilation and infiltration in commercial buildings).

Opmerkingen

Het voldoen aan de eisen dient te worden aangetoond door het overleggen van emissielabels, keurmerken, e.d.. Op basis van een testrapport door een gecertificeerd laboratorium (conform NEN-EN-ISO_IEC 17025:2005) kan voor specifieke producten of materialen een gelijkwaardigheid aan een genoemde emissielabels worden aangetoond. Keurmerken en richtlijnen die de ontwerper kunnen helpen om aan de bovenstaande eisen te voldoen zijn: AgBB, GUT, Blauer Engel, KOMO (formaldehyde), Emicode (lijmen).



Binnenluchtkwaliteit

Voorkomen van vervuiling- en verontreinigingsbronnen

8.2.2 Beperken verontreinigingen ventilatievoorzieningen

Hiervoor worden de volgende functionele eisen vastgelegd:

- Het ventilatiesysteem (mechanisch dan wel natuurlijk) voert lucht toe van een hoge kwaliteit. Het ventilatiesysteem is dus zo ontworpen en uitgevoerd dat de ventilatielucht onderweg (bijvoorbeeld vanaf het buitenlucht aanzuigrooster tot aan het inblaasrooster in de ruimte) niet onnodig verontreinigd raakt (door stof, vezels, microbiologische agentia, e.d.).
- Op locaties waar sprake is van vervuilde buitenlucht zorgt het ventilatiesysteem voor reiniging (bijv. filtering) van deze lucht alvorens deze in de ruimte wordt toegevoerd.
- De locatie van de aanzuiging van verse buitenlucht (of ventilatievoorzieningen ten behoeve van natuurlijke ventilatie) wordt zodanig gekozen dat vervuiling door lokale bronnen (bijv. luchtafblaas van verschillende bronnen en emissies van dakbedekking) zo veel mogelijk voorkomen wordt.

Prestatieniveaus:

Categorie I en II:

- Het mechanisch ventilatiesysteem is ontworpen en uitgevoerd conform de eisen uit VDI 6022 en ISSO-publicatie 55.3;
- De selectie van de filters heeft plaatsgevonden conform NEN-EN 13779 (annex A3) op basis van de beoogde binnenluchtkwaliteit (indoor air quality, IDA) en de lokale kwaliteit van de buitenlucht (outdoor air quality, ODA);
- Er vindt geen luchtbevochtiging plaats, tenzij benodigd voor opslag of productie;
- Er is geen inwendige isolatie van kanalen toegepast;
- De luchtdichtheid van de kanalen dient te voldoen aan klasse B van NEN-EN 12237;
- Voorzieningen voor natuurlijke luchttoevoer geven geen emissies, geuren of andere luchtverontreinigingen aan de toevoerlucht af, zijn goed bereikbaar voor inwendige inspectie en reiniging en zijn handmatig afsluitbaar.

Categorie III/IV:

Voor deze categorie worden geen eisen gesteld.

tabel 43 | *Eisen voor ontwerp en uitvoering van ventilatievoorzieningen worden.*

Bepalingsmethode:

VDI 6022;

ISSO-publicatie 55.3;

NEN-EN 13779; (2007: Ventilation for non-residential buildings - Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems).

NEN-EN 12237; (2003: Ventilation for buildings - Ductwork - Strength and leakage of circular sheet metal ducts).



Opmerkingen:

Het gekozen systeem voor luchtverversing dient op bovenstaande eisen te worden ontworpen, uitgevoerd en onderhouden. Middels een kwaliteitsborgingsysteem (commissioningplan) wordt aangetoond dat een blijvende functionele prestatie is geborgd. Het ontwerp, de uitvoering en het onderhoud dient gericht te zijn op het bereiken van de functionaliteit bij minimale luchthoeveelheden en een minimaal energiegebruik.

De selectie van de filters dient plaats te vinden conform NEN-EN 13779 (annex A3) op basis van de beoogde binnenluchtkwaliteit (indoor air quality, IDA) en de lokale kwaliteit van de buitenlucht (outdoor air quality, ODA).

De klassen voor de buitenlucht (ODA1 tot en met ODA 3) sluiten aan bij de klassen A, B en C zoals genoemd in het hoofdstuk stedenbouwfysica. De karakterisering van de luchtkwaliteit is strenger dan in de NEN-EN 13779. Daarmee wordt invulling gegeven aan het ambitieniveau voor wat betreft de luchtkwaliteit (en gezondheid/arbeidsproductiviteit) in overheidsgebouwen.

De luchtkwaliteit ter plaatse van het gebouw wordt bepaald op basis van de Regeling beoordeling luchtkwaliteit, zoals vastgelegd in de Wet Milieubeheer. Daarin spelen naast de achtergrondconcentratie (gemiddelde luchtkwaliteit voor wegverkeer en industriële bronnen in 1 km²-vlakken) de lokale omstandigheden (zoals wegverkeersintensiteit, rijgedrag en weglayout) een rol. De luchtkwaliteit kan eenvoudig worden bepaald met een zogenaamde CAR-berekening. Door het karakteriseren van de concentraties fijnstof (PM₁₀) en stikstofdioxide (NO₂) wordt in de Nederlandse situatie goed inzicht gegeven in de totale luchtkwaliteit. Deze zijn maatgevend voor de beoordeling. Gezien de strengere klasse-indeling worden daarmee ook de gezondheidsrisico's van zeer fijn stof (PM_{2,5}) voldoende beheerst. In de komende jaren zal dit zeer fijne stof de rol van PM₁₀ naar verwachting gaan vervangen en wordt de karakterisering van de buitenlucht aangepast.

Klasse	kwaliteit	[PM ₁₀] in µgr/m ³	[NO ₂] in µgr/m ³
A (ODA 1)	goed	< 20	< 20
B (ODA 2)	redelijk	20 – 30	20 – 30
C (ODA 3)	basis	30 - 40	30 - 40

tabel 44 | Buitenluchtkwaliteit.

Situaties met een luchtkwaliteit die slechter is dan de 40 µgr/m³ in bovenstaande tabel 44 komen nauwelijks voor in Nederland, zeker niet vanaf 2015, als Nederland moet voldoen aan de Europese regeling voor luchtkwaliteit. In voorkomende gevallen dient de luchtkwaliteit met extra aandacht te worden beoordeeld en zijn aanvullende maatregelen nodig.

Onderstaande tabel 45 geeft de (minimaal) aanbevolen filterklasse om een bepaalde luchtkwaliteit te behalen, afhankelijk van de buitenluchtkwaliteit (bron: NEN-EN 13779)

De toepassing van een natuurlijke toevoer van ventilatielucht is bij klasse II (= standaard luchtkwaliteit) beperkt tot locaties met een lage tot acceptabele verontreiniging van de buitenlucht (kwaliteitsklasse A). Verder kan natuurlijke ventilatie mogelijk toepasbaar zijn bij klasse III en IV.



buitenlucht kwaliteit	binnenluchtkwaliteit		
	I (IDA 1)	II (IDA 3)	III en IV
A (ODA 1)	F9	F7	geen
B (ODA 2)	F7+F9 (2 secties)	F5+F7 (2 secties)	geen
C (ODA 3)	F7+GF+F9 (3 secties)	F5+F7 (2 secties)	geen

tabel 45 | Filterselectie op basis van buitenlucht- en binnenluchtkwaliteit.

Gebouwen die zijn gesitueerd in gebieden met een beperkte buitenluchtkwaliteit (kwaliteitsklasse C) dienen bij binnenluchtkwaliteitsklasse II op lichte overdruk (2 tot 5 Pa) ten opzichte van de buitenlucht te staan om infiltratie van vervuilde buitenlucht tegen te gaan. Bij binnenluchtkwaliteitsklasse I wordt aanbevolen om hiervan reeds uit te gaan bij gebieden met buitenluchtkwaliteitsklasse B.

Ten aanzien van het buitenluchtaanzuigrooster gelden de volgende eisen:

- de locatie van het buitenluchtaanzuigrooster (zowel bij een natuurlijke als een mechanische toevoer) dient zodanig te zijn dat invloed van bronnen van luchtvervuiling (bijv. luchtafblaas, rookgasafvoer en verkeer) en warmte (bijv. van dakvlak) wordt geminimaliseerd.
- Het buitenluchtrooster dient geplaatst te worden conform de eisen NEN-EN 13779 (annex A2).
- Het dient buitenluchtaanzuigrooster het binnendringen van neerslag (regen, sneeuw), ongedierte.



Binnenluchtkwaliteit

8.3 Adequate verse luchttoevoer

Hiervoor gelden de volgende functionele eisen:

- Het ventilatiesysteem (mechanisch dan wel natuurlijk) zorgt binnen gebruikstijd, bij aanwezigheid van personen op ruimteniveau voor voldoende (effectieve) toevoer van verse lucht, zodanig dat bio-effluenten van gebruikers voldoende worden verdund en afgevoerd.
- Het ventilatiesysteem (mechanisch dan wel natuurlijk) zorgt binnen gebruikstijd maar bij afwezigheid van gebouwgebruikers op ruimteniveau voor voldoende verse luchttoevoer zodanig dat emissies (van o.a. materialen en apparatuur) voldoende worden verdund en afgevoerd.

Voor kantoor- en bijeenkomstgebouwen geeft de huidige regelgeving minimale eisen voor de capaciteit van de luchtverversing. Deze capaciteiten dienen altijd aanwezig te zijn, tenzij op overtuigende wijze een gelijkwaardigheid (t.b.v. het bevoegd gezag wordt aangetoond).

Om geurhinder en gezondheidklachten te voorkomen is het raadzaam ook eisen te stellen aan het gebruik van de voorzieningen. Uitgangspunt blijft daarbij dat aan de functionele eisen en prestatie-indicatoren wordt voldaan. Het is goed denkbaar dat met afwijkende regelregimes en ventilatieconcepten het doel wordt bereikt. De in het navolgende genoemde debieten zijn zodoende niet maatgevend en op zichzelf ook niet afdoende om een goede luchtkwaliteit te bereiken.

De effectiviteit van het ventilatiesysteem is sterk afhankelijk van het gekozen inrichtingsconcept (beperking van bronnen) en het ventilatieconcept (de ventilatie efficiency):

- Indien in het inrichtingsconcept voldoende aandacht is gegeven aan het beperken van bronnen (conform paragraaf 8.3.1) mag worden uitgegaan van lagere luchthoeveelheden per m² gebouwoppervlakte;
- Indien in het ventilatieconcept gekozen wordt voor een systeem met een hogere ventilatie efficiency mag worden uitgegaan van lagere luchthoeveelheden per aanwezige persoon.

Dit betekent dat tijdens het gebruik de toegevoerde ventilatiedebieten kunnen worden gehalveerd (of meer) om verspilling tegen te gaan en een energiezuinig gebouw te realiseren.

In alle gevallen dient als bewijsvoering (behalve de vervuilingsgraad van bronnen, conform paragraaf 8.3.1) middels berekeningen te worden overlegd welke ventilatie efficiency met het gekozen systeem wordt bereikt. Als uitgangspunt voor de te hanteren debieten geldt de NEN-EN 15251 (zie tabel 46 voor voorbeeldberekeningen op basis van NEN-EN 15251).

Buiten gebruikstijd van het gebouw gelden geen ventilatie-eisen. Er dient voor te worden gezorgd dat de luchtkwaliteit voldoende is tijdens de openstelling voor werknemers en bezoekers. Denkbaar is dat buiten normale gebruikstijden gedeelten van het gebouw worden geventileerd voor incidenteel gebruik of overwerk. De keuze of buiten gebruikstijd met een lage capaciteit wordt geventileerd om emissies af te voeren (bijv. in combinatie met nachtkoeling o.d.) of dat het gebouw voor openingstijd 'klaar gezet wordt' in de gebruikscondities wordt aan de uitvoerder/beheerder van de voorzieningen overgelaten.



Prestatieniveaus:

Ventilatie eisen conform EN 15251:2006

m2 verblijfsgebied pp		8		m2 FNO											
Ventilatie-efficiency = 1		Very low-polluting buildings				Low polluting buildings				Non low-polluting buildings					
		l/s		m3/h		l/s		m3/h		l/s		m3/h			
Categorie I		lucht pp	10	36	lucht pp	10	36	lucht pp	10	36					
% ontevredenen	15	lucht/m2	0,5	14	lucht/m2	1	29	lucht/m2	2	58					
ppm CO2>buitenlucht	350	totaal per persoon	50		totaal per persoon	65		totaal per persoon	94						
		totaal /m2	6,3		totaal /m2	8,1		totaal /m2	11,7						
		l/s		m3/h		l/s		m3/h		l/s		m3/h			
Categorie II		lucht pp	7	25,2	lucht pp	7	25,2	lucht pp	7	25,2					
% ontevredenen	20	lucht/m2	0,35	10	lucht/m2	0,7	20	lucht/m2	1,4	40					
ppm CO2>buitenlucht	500	totaal per persoon	35		totaal per persoon	45		totaal per persoon	66						
		totaal /m2	4,4		totaal /m2	5,7		totaal /m2	8,2						
		l/s		m3/h		l/s		m3/h		l/s		m3/h			
Categorie III		lucht pp	4	14,4	lucht pp	4	14,4	lucht pp	4	14,4					
% ontevredenen	30	lucht/m2	0,3	9	lucht/m2	0,4	12	lucht/m2	0,8	23					
ppm CO2>buitenlucht	800	totaal per persoon	23		totaal per persoon	26		totaal per persoon	37						
		totaal /m2	2,9		totaal /m2	3,2		totaal /m2	4,7						
		l/s		m3/h		l/s		m3/h		l/s		m3/h			
Ventilatie-efficiency = 2		Very low-polluting buildings				Low polluting buildings				Non low-polluting buildings					
		l/s		m3/h		l/s		m3/h		l/s		m3/h			
Categorie I		lucht pp	5	18	lucht pp	5	18	lucht pp	5	18					
% ontevredenen	15	lucht/m2	0,5	14	lucht/m2	1	29	lucht/m2	2	58					
ppm CO2>buitenlucht	350	totaal per persoon	32		totaal per persoon	47		totaal per persoon	76						
		totaal /m2	4,1		totaal /m2	5,9		totaal /m2	9,5						
		l/s		m3/h		l/s		m3/h		l/s		m3/h			
Categorie II		lucht pp	3,5	12,6	lucht pp	3,5	12,6	lucht pp	3,5	12,6					
% ontevredenen	20	lucht/m2	0,35	10	lucht/m2	0,7	20	lucht/m2	1,4	40					
ppm CO2>buitenlucht	500	totaal per persoon	23		totaal per persoon	33		totaal per persoon	53						
		totaal /m2	2,8		totaal /m2	4,1		totaal /m2	6,6						
		l/s		m3/h		l/s		m3/h		l/s		m3/h			
Categorie III		lucht pp	2	7,2	lucht pp	2	7,2	lucht pp	2	7,2					
% ontevredenen	30	lucht/m2	0,3	9	lucht/m2	0,4	12	lucht/m2	0,8	23					
ppm CO2>buitenlucht	800	totaal per persoon	16		totaal per persoon	19		totaal per persoon	30						
		totaal /m2	2,0		totaal /m2	2,3		totaal /m2	3,8						

tabel 46 | Voorbeeldberekeningen van ventilatiedebieten op basis van NEN-EN 15251.

Bepalingsmethode:conform pr NEN-EN 15251:2006

Binnenluchtkwaliteit

8.4 Individuele beïnvloeding voor luchtkwaliteit

Er is voor gebouwgebruikers voorzien in adequate mogelijkheden ter beïnvloeding van de verse lucht-toevoer, waarmee het mogelijk is incidentele verhoogde luchtvervuiling efficiënt af te voeren.

Bij de omschreven functionele eis wordt opgemerkt dat spuiventilatie ook bedoeld kan zijn om warmte versneld af te voeren en hiermee de ruimtetemperatuur te beïnvloeden. Tevens wordt opgemerkt dat een voorziening in de vorm van 'te openen geveldelen' -al dan niet via een dubbele gevel, atrium, e.d.- bijdraagt in de tevredenheid van gebruikers, omdat behalve het toevoeren van buitenlucht deze voorzieningen gevoelens van beslotenheid tegengaan en een sensatie van het buitenklimaat in het gebouw teweegbrengen, hetgeen door gebruikers vaak positief wordt gewaardeerd. Desalniettemin laat deze formulering van de eisen de mogelijkheid open om in specifieke situaties een oplossing te realiseren die bv. gebaseerd is op een mechanische ventilatievoorziening.

Ten aanzien van de kwaliteitsklassen wordt onderstaande indeling gehanteerd.



Prestatieniveaus:

Spuiventilatie					
	kwaliteitsklasse	categorie			
		I	II	III	IV
capaciteit [$\text{dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$]	verblijfsgebied	6,0	6,0	-	-
	verblijfsruimte	3,0	3,0	-	-
spuivoorziening	travee breedte [m]	3,60	3,60	3,60	geen
	regelbaar	ja	ja	nee	geen
vrijelijk te openen		ja	nee	nee	nee

tabel 47 | Prestatie niveaus voor spuiventilatie.

Bepalingsmethode: Berekenen volgens NEN 1087.

Toetsen op tekening.

Opmerkingen:

Categorie I en II:

De vereiste capaciteit bedraagt ten minste $6,0 \text{ dm}^3/\text{s}$ per m^2 verblijfsgebied en ten minste $3,0 \text{ dm}^3/\text{s}$ per m^2 verblijfsruimte. De spuiventilatievoorzieningen dienen per travee van 3,60 m te worden gerealiseerd.

De spuivoorzieningen moeten eenvoudig door de gebruiker kunnen worden bediend. Deze bediening voorziet een traploze regeling of in een regeling met ten minste drie standen, waarvan één (windvaste) kierstand.

De volgende buitencondities kunnen een belemmering vormen voor het vrijelijk openen van ramen:

- Een geluidbelasting op de gevel van meer dan 60 dB;
- een gebouwhoogte meer dan 30 m;
- een luchtverontreiniging van de buitenlucht (zie paragraaf 7.3.2) overeenstemmend met kwaliteitsklasse C (ODA 3).

Bij buitencondities die een belemmering vormen voor het vrijelijk openen van ramen, dienen bij categorie I in aanvulling op de aanwezigheid van te openen ramen tevens aanvullende voorzieningen te worden getroffen om de individuele beïnvloeding te waarborgen dan wel wordt op basis van gelijkwaardigheid voorzien in deze eis.

Bij categorie II kan bij buitencondities die een belemmering vormen voor het vrijelijk openen van ramen, worden uitgegaan van een mechanische spui(ventilatie) als alternatief voor de aanwezigheid van te openen delen in de gevel. Een eventuele mechanische spuiventilatie dient echter wel door gebruikers bedienbaar te zijn per maximaal 4 werkplekken of per 3,6 meter gevelbreedte.

De condities van de toegevoerde lucht en overige prestatiecondities dienen te worden gerealiseerd op het punt waar de lucht een verblijfsgebied ingaat.



De capaciteit van de voorzieningen wordt bepaald conform NEN1087. Voor het bepalen van de capaciteit op verblijfsruimteniveau dient uit te worden gegaan van gesloten binnendeuren (geen ventilatie via twee gevels).

Categorie III:

Een voorziening per travee van 3,60 m, waarbij geen voorzieningen hoeven te worden getroffen voor 'vrijelijk te openen'.

Categorie IV:

Geen eisen.

Binnenluchtkwaliteit

8.5 Borging van prestaties

Tijdens de gebruikfase vindt periodieke monitoring plaats voor luchtkwaliteitparameters die niet rechtstreeks tot gebruiksklachten leiden. Om tijdens de gebruiksfase tevredenheid over de luchtkwaliteit te realiseren worden de volgende activiteiten opgenomen in het gebouwbeheersplan:

De bediening van voorzieningen dient gebruiksvriendelijk te zijn en aan te sluiten op intuïtieve verwachtingen over deze systemen van doorsnee gebouwgebruikers.

Prestatieniveaus:

- Meldpunt voor en opvolging van gebruiksklachten over geurhinder, muffheid, bedomptheid en gerelateerde symptomen, zoals hoofdpijn, irritaties aan luchtwegen en slijmvliezen, e.d.;
- Periodiek gebruikerstevredenheid onderzoek (elke 5 jaar) met voldoende grote steekproef naar de beleving van het binnenmilieu;
- Periodieke metingen van niet-waarneembare luchtverontreinigingen, zoals fijn stof, VOC's, microbiologische verontreiniging en veelvoorkomende chemische verontreinigingen (bv formaldehyde, e.d.).

Bepalingsmethode:

Controle van gebouwbeheersplan.



Binnenluchtkwaliteit

8.6 Relevante normen en documenten

- NEN-EN 15251, Binnenmilieu gerelateerde input parameters voor ontwerp en beoordeling van energieprestatie van gebouwen voor de kwaliteit van binnenlucht, het thermisch comfort, de verlichting en akoestiek
- Breeam-NL 2010, beoordelingsrichtlijn Nieuwbouw, versie 2.0, september 2010
- Voorstel Binnenluchtkwaliteiteisen Rijksgebouwendienst 2010+, Fase 2 rapport, 2^e concept d.d. 21 februari 2011, BBA Binnenmilieu
- VDI 6022, Hygienic requirements for ventilating and air-conditioning systems and air-handling units
- NEN 1087, Ventilatie van gebouwen - Bepalingsmethoden voor nieuwbouw
- NPR-CR 1752 Ventilatie van gebouwen – Ontwerpcriteria voor de binnenomstandigheden
- ISSO-publicatie 55.3 Legionellapreventie in klimaatinstallaties
- NEN-EN 12237, Ventilatie van gebouwen - Luchtleidingen - Sterkte en lektheid van ronde dunwandige metalen
- NEN-EN 13779, Ventilatie voor utiliteitsgebouwen - Prestatie-eisen voor ventilatie- en luchtbehandelingssystemen; Regeling beoordeling luchtkwaliteit uit de Wet Milieubeheer;
- AI 24 'Binnenmilieu' (SDU);
- Handboek Binnenmilieu RIVM;
- Cahier R2 Praktijkboek Gezonde Gebouwen



Naschrift

In diverse werkgroepen is het vakgebied besproken en zijn voorstellen gedaan voor de te stellen eisen. Door een klankbordgroep zijn de voorstellen van commentaar voorzien. Ten tijde van de publicatie van het Handboek Bouwfysische Kwaliteit was de klankbordgroep als volgt samengesteld:

deelnemer klankbordgroep	bureau
Arjan Pleysier	Cauberg Huygen
Frank Lambregts	DGMR
Marieke Krijnen	DHV
Henk Versteeg	LBP Sight
Maurice Maassen	moBius consult
Theodoor Höngens	M+P
Sara Persoon	M+P
Harry Nieman	Nieman
Annemarie Weersink	Nieman
Herman Eijdens	NVBV, Rijksgebouwendienst
Peter Wapenaar	Peutz
Emmely de Kruijff	Rijksgebouwendienst
Jan Hengeveld	ZRi