

Energie	Klasse C - Voldoende	Klasse B - Goed extra t.o.v. klasse C	Klasse A - Uitmuntend extra t.o.v. klasse B
Energie-efficiëntie verlichting	<ul style="list-style-type: none"> • Het geïnstalleerd vermogen van de verlichting in verblijfsruimten bedraagt maximaal 10 W/m². • Het geïnstalleerd vermogen van de verlichting in overige ruimten bedraagt maximaal 5 W/m². • De verlichting in verblijfsruimten kan per ruimte worden geschakeld, met een gescheiden gang- en raamzone. • De verlichting in toiletten en bergingen is geschakeld met behulp van aanwezigheids-detectie. • De verlichting in ruimten waar daglicht aanwezig is wordt geregeld op basis van het daglichtaanbod. <p>Toelichting:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Het daadwerkelijk geïnstalleerd vermogen in het verblijfsgebied dient te worden bepaald. Dit daadwerkelijk geïnstalleerde vermogen dient te worden gedeeld door het gebruiksoppervlak van het verblijfsgebied. Het verblijfsgebied wordt vastgesteld overeenkomstig het Bouwbesluit. Overige ruimten zijn alle ruimten die wel voorzien zijn van verlichting en niet behoren tot het verblijfsgebied.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Het geïnstalleerd vermogen van de verlichting in verblijfsruimten bedraagt maximaal 7,5 W/m². • Het geïnstalleerd vermogen van de verlichting in overige ruimten bedraagt maximaal 4 W/m². • De verlichting in verblijfsruimten is geschakeld door middel van aanwezigheidsdetectie, welke kan worden overruled door de gebruiker. <ul style="list-style-type: none"> • < • < <p>Toelichting:</p> <ul style="list-style-type: none"> • < 	<ul style="list-style-type: none"> • Het geïnstalleerd vermogen van de verlichting in verblijfsruimten bedraagt maximaal 5 W/m². • Het geïnstalleerd vermogen van de verlichting in overige ruimten bedraagt maximaal 3 W/m². <ul style="list-style-type: none"> • < • << • << <p>Toelichting:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <<

Voor alle eisen geldt dat hieraan minimaal 95% van de gebruikstijd dient te worden voldaan.

Voor alle eisen geldt dat hieraan minimaal 95% van de gebruikstijd dient te worden voldaan.

Lucht	Klasse C - Voldoende	Klasse B - Goed extra t.o.v. klasse C	Klasse A - Uitmuntend extra t.o.v. klasse B
-------	----------------------	------------------------------------------	------------------------------------------------

Nieuwbouw en ingrijpende renovatie / Bestaande bouw

Luchtverversing	Klasse C - Voldoende	Klasse B - Goed extra t.o.v. klasse C	Klasse A - Uitmuntend extra t.o.v. klasse B
<p>Luchtverversing</p>	<ul style="list-style-type: none"> De CO₂-concentratie in leslokalen (in de ademzone) is tijdens gebruikstijd maximaal 1.200 ppm. Het ventilatiedebiet (hoeveelheid verse luchttoe- en/of afvoer) is minimaal 6 dm³/s (21,6 m³/uur) per persoon. <p>Toelichting:</p> <ul style="list-style-type: none"> De Klasse C-eis is beneden de wettelijke eis voor nieuwbouw in het bouwbesluit en dus alleen toepasbaar bij bestaande bouw / renovaties. Bij de eis t.a.v. de CO₂-concentratie is uitgegaan van een CO₂-buitenconcentratie van 400 ppm. Bij een hogere buitenconcentratie mag de maximale waarde hiervoor worden gecompenseerd. Voor de bepaling van het ventilatiedebiet is uitgegaan van een CO₂-productie van gemiddeld 19 dm³/uur per persoon en een ventilatie-effectiviteit ev van 1,0. Bij een hoger activiteitsniveau (meer CO₂-productie) is extra luchtverversing noodzakelijk om aan de CO₂-eisen te voldoen. De bezetting van een leslokaal (aantal leerlingen plus docenten) dient voorafgaand aan de bepaling van de ventilatiecapaciteit te worden vastgelegd. In het reguliere onderwijs dient in principe te worden uitgegaan van 30 leerlingen en 1 docent per leslokaal. Het ventilatiedebiet wordt gemeten conform de methodiek uit BRL 8010 (VentilatiePrestatieKeuring). De ventilatielucht wordt in de verblijfsruimten zó toegevoerd en afgevoerd, dat een goede doorspoeling van de ruimte mogelijk is (hoge ventilatie-effectiviteit). De voorzieningen voor (natuurlijke) luchttoevoer, zoals gevelroosters, zijn voor iedere ruimte afzonderlijk en eenvoudig door aanwezige volwassenen te bedienen (op ca. 1 meter hoogte). 	<ul style="list-style-type: none"> De CO₂-concentratie in leslokalen (in de ademzone) is tijdens gebruikstijd maximaal 950 ppm. Het ventilatiedebiet (hoeveelheid verse luchttoe- en/of afvoer) is minimaal 8,5 dm³/s (30,6 m³/uur) per persoon. <p>Toelichting:</p> <ul style="list-style-type: none"> < < < < < < 	<ul style="list-style-type: none"> De CO₂-concentratie in leslokalen (in de ademzone) is tijdens gebruikstijd maximaal 800 ppm. Het ventilatiedebiet (hoeveelheid verse luchttoe- en/of afvoer) is minimaal 12 dm³/s (43,2 m³/uur) per persoon. <p>Toelichting:</p> <ul style="list-style-type: none"> << << << << << <<

Lucht	Klasse C - Voldoende	Klasse B - Goed extra t.o.v. klasse C	Klasse A - Uitmuntend extra t.o.v. klasse B
Spuiventilatie	<ul style="list-style-type: none"> De capaciteit van de spuiventilatievoorzieningen is minimaal 6 dm³/s per m² vloeroppervlak. <p>Toelichting:</p> <ul style="list-style-type: none"> De spuiventilatiecapaciteit dient te worden bepaald conform de bepalingen uit NEN 1087. 	<ul style="list-style-type: none"> De capaciteit van de spuiventilatievoorzieningen is op ruimteniveau minimaal 6 dm³/s per m² vloeroppervlak. <p>Toelichting:</p> <ul style="list-style-type: none"> < Om aan de Klasse B-eis te voldoen dient in een klaslokaal van 50 m² met aan één zijde te openen delen minimaal 3,0 m² volledig geopend te kunnen worden. Als ramen met een beperkte hoek kunnen worden geopend, zijn extra te openen delen noodzakelijk. 	<ul style="list-style-type: none"> De capaciteit van de spuiventilatievoorzieningen is op ruimteniveau minimaal 9 dm³/s per m² vloeroppervlak. <p>Toelichting:</p> <ul style="list-style-type: none"> << Om aan de Klasse A-eis te voldoen dient in een klaslokaal van 50 m² met aan één zijde te openen delen minimaal 4,5 m² volledig geopend te kunnen worden. Als ramen met een beperkte hoek kunnen worden geopend, zijn extra te openen delen noodzakelijk.
Ruimtevolume	<ul style="list-style-type: none"> In leslokalen is de afstand van vloer tot (verlaagd) plafond minimaal 2,6 m. 	<ul style="list-style-type: none"> In leslokalen is de afstand van vloer tot (verlaagd) plafond minimaal 2,8 m. <p>Toelichting:</p> <ul style="list-style-type: none"> Met een grotere vrije hoogte kan een goede luchtkwaliteit in de leefzone langer worden gegarandeerd. Extra ruimtevolume fungeert als buffer. 	<ul style="list-style-type: none"> In leslokalen is de afstand van vloer tot (verlaagd) plafond minimaal 3,2 m. <p>Toelichting:</p> <ul style="list-style-type: none"> <

Voor alle eisen geldt dat hieraan minimaal 95% van de gebruikstijd dient te worden voldaan.

Voor alle eisen geldt dat hieraan minimaal 95% van de gebruiktijd dient te worden voldaan.

Lucht	Klasse C - Voldoende	Klasse B - Goed extra t.o.v. klasse C	Klasse A - Uitmuntend extra t.o.v. klasse B
<p>Kwaliteit van de toevoerlucht</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aanwezige ventilatiesystemen (natuurlijk of mechanisch) zijn zodanig gematerialiseerd, geproduceerd en afgewerkt dat na ingebruikname de luchtkwaliteit niet nadelig kan worden beïnvloed. • Er wordt geen gebruik gemaakt van recirculatie, behalve in all-air-systemen omwille van aanwarming van het gebouw buiten gebruikstijd (recirculatie op ruimteniveau is wel toegestaan). • Bij warmteterugwinning wordt gebruik gemaakt van een type warmteterugwinsysteem dat een hoge mate van scheiding (max. 5% lekkage) tussen retourlucht en toevoerlucht garandeert (bijv. een kruiswisselaar, warmtewiel of twincoil). • De afstand tussen een afvoervoorziening voor luchtverversing en een instroomopening voor de toevoer van verse lucht is zodanig dat de volgens NEN 1087 bepaalde verdunningsfactor maximaal 0,01 is. • De afstand tussen een rookgasafvoer van een gasgestookt verbrandingstoestel en een instroomopening voor de toevoer van verse lucht is zodanig dat de volgens NEN 2757 bepaalde verdunningsfactor maximaal 0,01 is. • Het ventilatiesysteem is zodanig ontworpen en uitgevoerd dat hygiënisch onderhoud mogelijk is. De hoofdkanalen zijn op strategische plaatsen voorzien van inspectieluiken van dusdanige afmetingen dat ze tevens gebruikt kunnen worden voor het schoonmaken van de kanalen. De in het luchtkanaal ingebouwde ventilatiecomponenten zijn zo veel mogelijk toegankelijk en demontabel voor schoonmaak, onderhoud en vervanging. • Luchttoevoerkanalen en luchtbehandelingskasten moeten zo rein mogelijk worden gehouden tijdens realisatie (bijv. openingen van luchtkanalen worden op de bouwplaats afgedopt). Hiermee is het ventilatiesysteem zo veel mogelijk schoon en stofvrij bij oplevering, zodat de kans op stofverplaatsing door het luchtbehandelingsysteem naar de diverse ruimten zo klein mogelijk is. 	<ul style="list-style-type: none"> • < • Er wordt geen gebruik gemaakt van recirculatie (recirculatie op ruimteniveau is wel toegestaan). • Bij warmteterugwinning wordt gebruik gemaakt van een type warmteterugwinsysteem dat 100% scheiding tussen retourlucht en toevoerlucht garandeert (bijv. een kruiswisselaar of twincoil). • < • < • < • Luchttoevoerkanalen en luchtbehandelingskasten worden voor ingebruikname goed inwendig gereinigd. 	<ul style="list-style-type: none"> • << • < • < • << • << • << • <

Lucht	Klasse C - Voldoende	Klasse B - Goed extra t.o.v. klasse C	Klasse A - Uitmuntend extra t.o.v. klasse B
--------------	-----------------------------	-------------------------------------------------	-------------------------------------------------------

	Toelichting: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Beoordeling van de reinheid van kanalen vindt plaats op basis van een visuele beoordeling (NVRL Keur Reinheid luchtbehandeling- en ventilatiesystemen).</i> 	Toelichting: <ul style="list-style-type: none"> • < 	Toelichting: <ul style="list-style-type: none"> • <<
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------

Voor alle eisen geldt dat hieraan minimaal 95% van de gebruikstijd dient te worden voldaan.

Achtergronden Lucht

Luchtverversing

De eisen voor luchtverversing, van belang voor gezondheid en (leer) prestaties van leerlingen en docenten, worden in het PvE Frisse Scholen uitgedrukt in een CO₂-concentratie (van toepassing voor de hele ademzone) in combinatie met een ventilatie-debiet.

De CO₂-concentratie is een indicator voor de hoeveelheid luchtverversing en de luchtkwaliteit in een ruimte en is een klaslokaal is een goede maat voor de benodigde luchtverversing per persoon. Het bijbehorende ventilatie-debiet is te bepalen via de uitgangspunten in de norm NEN-EN 16798-1. Uitgangspunten hierbij zijn:

- een CO₂-buitenconcentratie van 400 ppm;
- een CO₂-productie van gemiddeld 17 dm³/uur per persoon. Deze waarde kan worden toegepast op lokalen in zowel het primair onderwijs als voortgezet onderwijs. Bij zittend werk produceert een volwassene ca. 19 dm³/uur CO₂, een 12 jarige ca. 14 dm³/uur (Persily & De Jonge, 2017). Er is voor het basisonderwijs rekening gehouden met een enigszins verhoogd metabolisme, waardoor de CO₂-productie iets omhoog gaat
- een ventilatie-effectiviteit ϵ_v^1 van 1,0.

Let op! De Klasse C-eis van het PvE Frisse Scholen ligt beneden de wettelijke eis voor nieuwbouw (Bouwbesluit 2012) en is daarom alleen van toepassing bij bestaande bouw. Klasse C blijft gelijk aan de hygiënische grenswaarde die o.a. door de Gezondheidsraad is geadviseerd. Klasse A en Klasse B zijn wel van toepassing op nieuwbouw.

Spuiventilatie

Voor een gezond en comfortabel binnenmilieu dienen altijd spuiventilatie-voorzieningen (meestal te openen ramen) aanwezig te zijn in de lokalen. Spuiventilatie is noodzakelijke om sterk verontreinigde lucht snel te kunnen afvoeren. Daarnaast is het een belangrijk middel om in de zomer te zorgen voor passieve koeling (zie ook de eisen voor 'Ventilatieve koeling' bij het thema 'Temperatuur').

¹ De ventilatie-effectiviteit zegt iets over de doorspoeling van de ruimte. Het is de verhouding tussen de vervuilinggraad van de afgezogen lucht en de vervuilinggraad van lucht in de ademzone. Bij perfect gemixte lucht is de ventilatie-effectiviteit 1, bij verdringingsventilatie zelfs groter dan 1. De benodigde hoeveelheid luchtverversing om te voldoen aan de eisen ten aanzien van de CO₂-concentratie is afhankelijk van de ventilatie-effectiviteit van het ventilatiesysteem. Wanneer de plaats van de lucht toe- en afvoer zorgvuldig worden geselecteerd levert dit normaliter geen problemen op.

In het PvE Frisse Scholen zijn eisen opgenomen voor de capaciteit en functionaliteit van spuivoorzieningen in de lokalen. De spuiventilatie-capaciteit dient te worden bepaald volgens de norm NEN 1087.

Ruimtevolume/verdiepingshoogte

Met een grotere vrije hoogte kan een goede luchtkwaliteit in de leefzone langer worden gegarandeerd. Extra ruimtevolume fungeert als buffer.

Kwaliteit van de toevoerlucht

Niet alleen voldoende luchtverversing is van belang voor een gezonde luchtkwaliteit, ook de kwaliteit van de lucht waarmee wordt geventileerd is van belang. Veelgehoorde klacht in nieuwbouwscholen is 'droge lucht'. Uit onderzoek is bekend dat deze klachten geen directe relatie hebben met de luchtvochtigheid (vandaar dat ook geen eisen t.a.v. de luchtvochtigheid zijn opgenomen in dit PvE), maar dat ze worden veroorzaakt door de irritatie van slijmvliezen door verontreinigingen in de lucht. Door te voldoen aan de eisen ten aanzien van de kwaliteit van de toevoerlucht (maar ook 'emissies van materialen') kunnen 'droge lucht-klachten' ofwel slijmvliesirritaties worden voorkomen.

Uitgangspunt bij het PvE Frisse Scholen is dat het ventilatiesysteem de kwaliteit van de toevoerlucht niet negatief mag beïnvloeden. Aspecten als recirculatie (opnieuw toevoeren van retourlucht, waarbij luchtuitwisseling tussen verschillende verblijfsruimten ontstaat), overdracht van verontreinigingen via het warmtewiel (o.a. luchtlekken, ad-/desorptie), verdunning van afvoerlucht en rookgassen en vervuiling van de luchtkanalen spelen hierbij een rol. De eisen uit het PvE Frisse Scholen zijn afgeleid van de richtlijnen uit Cahier P1 Eisen voor gezonde mechanische ventilatiesystemen (2003) van de serie Praktijkboek Gezonde Gebouwen van ISSO/SBR en aangepast aan de huidige uitvoering van ventilatiesystemen in onderwijsgebouwen. De hygiëne van luchtkanalen wordt visueel beoordeeld, zie ook het [NVRL Keur Reinheid luchtbehandeling- en ventilatiesystemen](#).

Fijnstof

De fijnstofconcentratie in de binnenlucht is afhankelijk van de fijnstofconcentratie in de buitenlucht rondom de school, de kwaliteit van de filters in het ventilatiesysteem, de luchtdichtheid van de gevel en eventuele bronnen van fijnstof binnen.

Het PvE Frisse Scholen (versie 2021) stelt aanvullende eisen voor scholen op belaste locaties (nabij drukke wegen en/of veehouderijen). Op een belaste locatie gelden hogere eisen ten aanzien van de filterkwaliteit in mechanische ventilatiesystemen. Wanneer nieuw gebouwd of gerenoveerd wordt op een belaste locatie, dan gelden aanvullende eisen voor de aanzuiglocatie van buitenlucht voor ventilatie, voor de luchtdichtheid van de gevel en voor koeling, waardoor fijnstofpenetratie door de gevel zo veel mogelijk wordt beperkt.

Nieuwbouw en renovatie op belaste locatie wordt ontmoedigd. Hiermee wordt niet alleen de blootstelling aan fijnstof verminderd, maar ook aan andere verontreinigingen in de buitenlucht, zoals stikstofoxiden en elementaire koolstof.

Emissies van materialen

Sommige stoffen uit bouw- en interieurmaterialen kunnen een negatieve invloed hebben op de luchtkwaliteit in een ruimte en bijdragen aan klachten over 'droge lucht' (slijmvliesirritaties). Dit is wetenschappelijk aangetoond voor o.a. weekmakers / ftalaten (zoals DEHP, DBP en BBP) en diverse vluchtige organische stoffen. In het PvE Frisse Scholen zijn grenswaarden voor de concentraties vluchtige organische stoffen en formaldehyde in de ruimtelucht opgenomen. Daarnaast zijn enkele praktische richtlijnen gegeven om emissies van materialen te beperken. Belangrijke bronnen van formaldehyde kunnen zijn plaatmateriaal (o.a. spaanplaat) en isolatiemateriaal. Belangrijke bronnen van vluchtige organische stoffen kunnen zijn vloerbedekking, plaatmateriaal (o.a. plafondplaten), verven, lakken en lijmen. Belangrijke bronnen van ftalaten kunnen zijn PVC-vloerbedekking en vinylbehang.

Emissies van apparatuur

De uitstoot van apparatuur, zoals printers en copiers, kunnen een negatieve invloed hebben op de luchtkwaliteit in een ruimte. Om de verspreiding van vrijkomende stoffen (denk aan ozon, fijnstof, tonerdeeltjes) te beperken zijn in het PvE Frisse Scholen enkele praktische richtlijnen gegeven. Hierbij speelt uiteraard het gebruiksfrequentie van apparatuur een belangrijke rol.

Schoonmaakbaarheid

Een schoolgebouw wordt intensief gebruikt en er is vaak maar een beperkt budget beschikbaar voor schoonmaak van het gebouw. Een schoon gebouw is niet alleen visueel van belang, het heeft ook een positieve invloed op de luchtkwaliteit. In het PvE Frisse Scholen worden richtlijnen gegeven voor het schoonmaakbewust ontwerpen van schoolgebouwen met het oog op de luchtkwaliteit. Zie voor meer ontwerprichtlijnen de publicatie 'Naar een schone school' van de Vereniging Schoonmaak Research (VSR) en de Ondernemersorganisatie Schoonmaak- en Bedrijfsdiensten (OSB).

Tabaksrook

Blootstelling aan tabaksrook dient in en rondom scholen te worden voorkomen. Behalve roken in schoolgebouwen is per 1 augustus 2020 ook het roken op schoolpleinen verboden. Het beleid is vastgelegd in de Tabaks- en rookwarenwet.

Toiletten

Toiletten worden op scholen intensief gebruikt. In het PvE Frisse Scholen zijn enkele praktische richtlijnen gegeven om geuroverlast van toiletten te voorkomen en de schoonmaak ervan te vereenvoudigen.

Legionella

Besmetting met de legionellabacterie dient te worden voorkomen. Ook scholen dienen hiervoor maatregelen te nemen. Hiervoor verwijst het PvE Frisse Scholen naar de richtlijnen uit ISSO-publicatie 55.1 Legionellabestrijding.

Asbest

Blootstelling aan asbest dient te worden voorkomen. Bij verbouw of renovatie van schoolgebouwen dient hier rekening mee te worden gehouden en moet asbest worden geïnventariseerd en eventueel verwijderd.

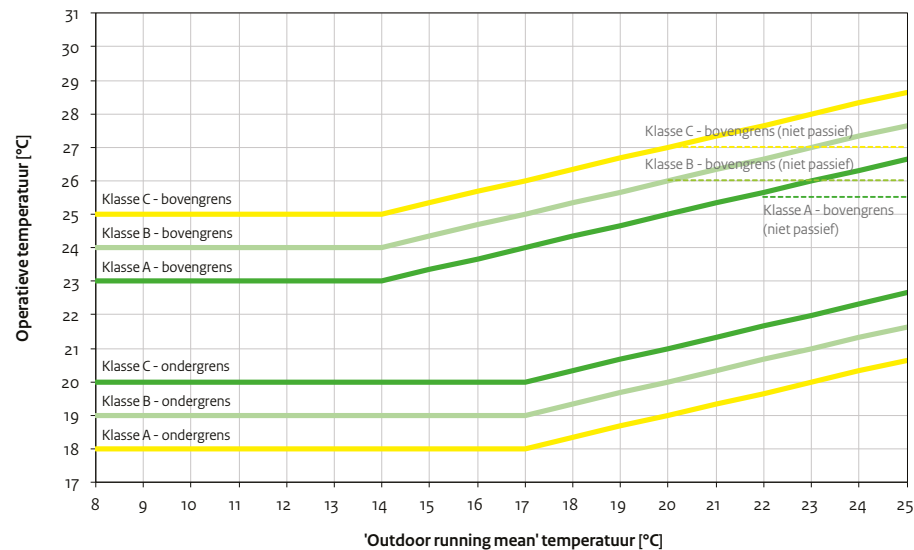
De eis sluit aan bij het project Asbest in scholen van o.a. de Rijksoverheid, dat de aanwezigheid van asbest in alle Nederlandse scholen in het primair en het voorgezet onderwijs in beeld brengt.

Achtergronden Temperatuur

Operatieve temperatuur winter en zomer

Eisen uit het PvE Frisse Scholen voor de operatieve temperatuur zijn gebaseerd op eisen die zijn beschreven in internationale normen en richtlijnen, zoals NEN-EN-ISO 7730, NEN-EN 16798-1 (Annex B2.2) en ISSO-publicatie 74. Deze eisen zijn gecorrigeerd voor de situatie in scholen (Singh et al, 2019). Door verschillen in metabolisme, temperatuuradaptatie en kledingweerstand ligt de neutrale temperatuur iets lager.

De zomer- en wintereisen zijn weergegeven in de onderstaande grafiek.



Voor scholen wordt in de zomer uitgegaan van adaptieve temperatuurgrenswaarden (meeglijdend met de buitentemperatuur). Deze adaptieve eisen kunnen worden gehanteerd wanneer:

- is voorzien in voldoende te openen ramen (zie hiervoor de eisen onder het thema 'Lucht');
- gebruikers de vrijheid hebben om hun kleding aan te passen aan de heersende temperatuur;

- er geen lokaal regelbare actieve koeling aanwezig is. Bij lokaal regelbare actieve koeling wordt bedoeld koeling via gekoelde lucht (airco), koelplafonds en dergelijke waarbij de temperatuur op ruimteniveau kan worden nageregeld.

Als niet aan deze voorwaarden wordt voldaan, dan geldt bij hogere buitentemperaturen een vaste maximale temperateureis binnen. Deze zijn in het PvE aangegeven als aanvullende eisen voor situaties zonder passieve koeling. In de eisen wordt de gemiddelde lopende buitentemperatuur (running mean outdoor temperature, RMOT) θ_{rm} gehanteerd. De RMOT wordt bepaald op basis van de gemiddelde buitenluchttemperatuur zoals die optrad gedurende de voorgaande dagen, zie de berekeningsmethode in het kader.

Bepaling van de running mean outdoor temperature θ_{rm}

De RMOT wordt bepaald op basis van de gemiddelde buitenluchttemperatuur zoals die optrad gedurende de voorgaande dagen. Daarbij volstaat het normaliter om 7 dagen terug te gaan in de tijd. De RMOT wordt dan - in overeenstemming met ISSO-publicatie 74 - als volgt berekend:

$$\theta_{rm} = 0,253 \cdot \theta_{ed-1} + 0,8 \cdot \theta_{ed-2} + (0,8)^2 \cdot \theta_{ed-3} + (0,8)^3 \cdot \theta_{ed-4} + (0,8)^4 \cdot \theta_{ed-5} + (0,8)^5 \cdot \theta_{ed-6} + (0,8)^6 \cdot \theta_{ed-7} \text{ [}^\circ\text{C]}$$

waarin:

- θ_{ed-1} = gemiddelde buitentemperatuur van gisteren [°C]
- θ_{ed-2} = gemiddelde buitentemperatuur van eergisteren [°C]
- θ_{ed-3} = gemiddelde buitentemperatuur van eereergisteren [°C]
- etc.

Een RMOT van 17°C is vergelijkbaar met een week met koel zomerweer, met een maximale buitentemperatuur rond 20°C.

Een RMOT van 20°C is vergelijkbaar met een week met zomerse dagen, met een maximale buitentemperaturen rond 25°C.

Een RMOT van >22°C is vergelijkbaar met een hittegolf.

Om vast te stellen of de eisen kunnen worden gehaald is een dynamische temperatuurberekening noodzakelijk. De grenswaarden uit het PvE Frisse Scholen zijn standaard opgenomen in gangbare software voor temperatuuroverschrijdings (TO-)berekeningen, zoals Vabi Elements Gebouwsimulatie.

Bij TO-berekeningen dient het referentiejaar RA2018T1, zoals beschreven in NEN 5060, te worden aangehouden.

Individuele beïnvloeding

Om klachten over het binnenklimaat te voorkomen zijn mogelijkheden voor individuele beïnvloeding onontbeerlijk. Onder 'individuele beïnvloeding' zijn eisen opgenomen voor de regelbaarheid van verwarming, koeling en buitenzonwering. Spuivoorzieningen (opgenomen onder het thema lucht) zijn overigens ook een zeer belangrijke vorm van persoonlijke beïnvloeding van de temperatuur.

Ventilatieve koeling

Te openen delen in de gevel zijn belangrijk om de temperatuur in een ruimte te beheersen, zonder dat gebruik hoeft te worden gemaakt van actieve koeling.

Om optimaal gebruik te kunnen maken van de aanwezige spui ventilatie-voorzieningen voor ventilatieve koeling is het belangrijk dat er meerdere te openen ramen aanwezig zijn, evenredig verdeeld over de gevel. Het risico op tocht blijft beperkt wanneer te openen delen hoog in het lokaal (>1,8 m) worden geopend bij relatief lage buitentemperaturen. In de zomer kunnen te openen delen laag in het lokaal juist zorgen voor een 'verfrissend briesje' direct in de leefzone. Het is belangrijk dat de ramen hoog en laag in het lokaal afzonderlijk van elkaar kunnen worden geopend.

Tocht

Eisen ter voorkoming van tochthinder uit PvE Frisse Scholen voor Klasse A, B en C komen overeen met de eisen voor Klasse A, B en C uit de norm NEN-EN-ISO 7730. Behalve eisen voor de maximale luchtsnelheid kan ook gebruik worden gemaakt van de Draught Rate ofwel het verwachte percentage ontevreden als gevolg van tocht.

Lokaal thermisch discomfort

Onder de noemer lokaal thermisch discomfort zijn (analoog aan de internationale norm NEN-EN-ISO 7730) de eisen voor de vloertemperatuur, de verticale temperatuurgradiënt en stralingsasymmetrie samengebracht.

Eisen uit PvE Frisse Scholen voor Klasse A, B en C komen overeen met de eisen voor Klasse A, B en C uit de norm NEN-EN-ISO 7730. Aanvullend wordt gesteld dat de gemiddelde stralingstemperatuur in de winter hoger dient te zijn dan de luchttemperatuur. Voor een goed thermisch comfort is juist stralingswarmte gewenst.

Achtergronden Licht

Kunstlicht

Een goed visueel comfort door kunstlicht is niet alleen afhankelijk van de verlichtingssterkte, maar ook van de gelijkmatigheid van de verlichting, verblinding en de lichtkleur. Het PvE Frisse Scholen houdt rekening met al deze aspecten, aansluitend bij de bepalingen in de norm NEN-EN 12464-1.

Aanvullend zijn eisen opgenomen voor de kwaliteit van LED-verlichting. Aandachtspunten hierbij zijn o.a. flicker en de kleurweergave.

Daglicht

Voldoende daglicht (en uitzicht) zijn van belang voor een comfortabele leer- en werkomgeving. Bovendien kan het energie besparen (zie ook de eisen onder 'Energiezuinige verlichting').

Voor het kwantificeren van de hoeveelheid daglicht wordt gewerkt met de daglichtfactor. De verhouding (in %) tussen de hoeveelheid daglicht buiten en op een bepaald punt binnen.

In de eisen uit het PvE Frisse Scholen is een balans gezocht tussen optimale daglichttoetreding (minimaal gebruik van kunstlicht) en temperatuurbeheersing (verkleinen van het raamoppervlak). De Klasse B en C-eisen sluiten aan bij de minimum- en mediuimeisen voor de daglichtfactor DT uit de internationale norm NEN-EN 17037:2018.

Helderheidswering

Voor een optimale leesbaarheid van smartboards is helderheidswering (ook wel lichtwering genoemd) vrijwel onmisbaar. Hiermee kunnen hinderlijke contrasten en reflecties van licht worden voorkomen. Dit geldt niet alleen voor zonbelaste gevels, maar bijv. ook aan de noordzijde.

Helderheidswering en zonwering kunnen worden gecombineerd, maar de functionele eisen voor zonwering en lichtwering hoeven niet automatisch overeen te komen.

Individuele beïnvloeding

Het kunnen aanpassen van de lichtsituatie is van belang om klachten over het visueel comfort te voorkomen. Onder 'individuele beïnvloeding' zijn eisen opgenomen voor de regelbaarheid van kunstlicht en lichtwering.

Achtergronden Geluid

Geluidwering van de gevel

In het PvE Frisse Scholen wordt de geluidwering van de gevel uitgedrukt in G_A in tegenstelling tot de karakteristieke geluidwering van de gevel $G_{A;k}$ zoals opgenomen in het Bouwbesluit. De G_A heeft een beter verband met het geluidniveau in de groepsruimte. De geluidwering van de gevel G_A dient te worden bepaald conform NEN 5077. De geluidwering dient te worden bepaald bij gesloten ramen, maar met de beoogde hoeveelheid luchtverversing.

In het Bouwbesluit 2012 worden geen eisen gesteld aan de geluidwering van de gevel, wanneer geen sprake is van een vastgesteld hogere waardenbesluit. Wegen met een snelheid van 30 km/uur of situaties waarbij de voorkeursgrenswaarde van de afzonderlijke wegen niet wordt overschreden, vallen dus buiten beschouwing. In het PvE Frisse Scholen wordt voorgesteld uit te gaan van de gecumuleerde geluidbelasting ten gevolge van industrie-, weg- of spoorweglawaai.

Installatiegeluid

Geluid van installaties (mechanische voorzieningen voor luchtverversing, warmteopwekking of warmteterugwinning) kan een bron van hinder zijn in gebouwen. In scholen kan dit bijvoorbeeld leiden tot stemproblemen onder leerkrachten.

In het PvE Frisse Scholen worden de eisen met betrekking tot installatiegeluid uitgedrukt in een installatiegeluidniveau $L_{i,A}$. Het installatiegeluidniveau wordt niet uitgedrukt in een karakteristieke waarde $L_{i,A;k}$ zoals opgenomen in het Bouwbesluit vanwege de afmetingen (volume) van standaard groepsruimten. De $L_{i,A}$ wordt bepaald volgens NEN 5077.

Een alternatief is de methodiek uit BRL 8010 (VentilatiePrestatieKeuring).

De geluidniveaus dienen te worden bepaald onder representatieve omstandigheden, waarbij de installaties voldoen aan de vereiste prestaties op het gebied van ventilatie, verwarming of koeling.

Ruimteakoestiek

In groepsruimten/leslokalen is het realiseren van een goede tot uitstekende spraakverstaanbaarheid van groot belang. Hiervoor is het noodzakelijk dat galm in de ruimte zoveel mogelijk wordt voorkomen, het achtergrondgeluidniveau in de ruimte beperkt blijft en het spraakgeluid voldoende hoog boven het achtergrond-geluidniveau ligt. Pas dan kan een goede spraakoverdracht van docent naar toehoorders worden gerealiseerd. Al deze factoren hangen samen met de aanwezigheid van doelmatige geluidabsorberende voorzieningen in de ruimte. Voor standaard groepsruimten met een vloeroppervlak van ca. 50 m² en een volume van ca. 150 m³, bestaat er duidelijke relatie tussen de hoeveelheid geluidabsorptie in de ruimte en de nagalmtijd.

Met de vereiste nagalmtijden wordt bij klasse C en B een goede spraakverstaanbaarheid gerealiseerd, bij klasse A is de spraak-verstaanbaarheid uitstekend. Voorwaarde is dat de achtergrondgeluidniveaus ten gevolge van buitengeluid en installaties beperkt blijven tot de bij de onderdelen 'geluidwering van de gevel' en 'installatiegeluid' genoemde waarden.

Luchtgeluidisolatie

In het PvE Frisse Scholen worden de eisen met betrekking tot luchtgeluidisolatie uitgedrukt in het gewogen luchtgeluidniveau-verschil $D_{nT,A}$ te bepalen conform NEN 5077. De eisen zijn alleen gesteld voor groepsruimten/leslokalen en kantoren, waarin normaal (onversterkt) gesproken wordt. Voor ruimten waarin hogere geluidniveaus optreden, zoals muzieklokalen, technieklokalen e.d. is het wenselijk om de eis af te stemmen op de maatgevende geluidniveaus in de ruimten.

De Klasse C-eisen sluiten aan bij de eisen die in het handboek 'Bouwfysische kwaliteit rijks huisvesting' van het Rijksvastgoedbedrijf worden gehanteerd.

Contactgeluid

In het PvE Frisse Scholen worden de eisen met betrekking tot contactgeluid uitgedrukt in een gewogen contactgeluid-drukniveau $L_{nT,A}$ te bepalen conform NEN 5077.

De eisen zijn alleen gesteld voor groepsruimten/leslokalen en kantoren. Voor ruimten waarin hogere contactgeluidniveaus te verwachten zijn, zoals muziekllokalen, sportzalen en technieklokalen e.d. is het wenselijk om de eis af te stemmen op het gebruik.

Bij toepassing van massieve vloeren is deze eis in de regel goed realiseerbaar. Wanneer echter verende vloeren worden toegepast, dient rekening gehouden te worden met de uitvoeringsvereisten zoals opgenomen in NPR 5070:2005. Hierbij wordt opgemerkt dat de verende vloer ter plaatse van scheidingswanden gedilateerd dient te worden om ook in horizontale richting aan de eis te kunnen voldoen.