



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland

Programma van Eisen Frisse Scholen 2025

In opdracht van het ministerie van
Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties

Inhoud

Inleiding	3	Achtergronden	32
Gebruik van het PVE	4	Energie	32
Eisen	6	Lucht	33
Energie	6	Temperatuur	35
Lucht	12	Licht	37
Temperatuur	19	Geluid	38
Licht	24	Invulformulier ambitieprofiel	39
Geluid	26	Bijlagen	40
Kwaliteitsborging	29	Circulariteit	41
		Installatie-efficiënt bouwen	47
		Relatie Frisse Scholen met andere eisen en richtlijnen	50
		Andere duurzaamheidsinstrumenten	51

Inleiding

Het Programma van Eisen Frisse Scholen dient als leidraad voor opdrachtgevers van nieuw- en verbouw van scholen (schoolbesturen en gemeenten) bij het realiseren van energiezuinige en gezonde scholen. De kwaliteit van het binnenmilieu in scholen heeft een effect op de gezondheid, leerprestaties en functioneren van leerlingen en onderwijzend personeel. Bij ver- en nieuwbouwplannen is het dus belangrijk vooraf eisen te stellen aan het ontwerp van het gebouw en de installaties om een zo goed mogelijk binnenmilieu te realiseren. Daarbij is ook een laag energiegebruik essentieel, waarmee ook de exploitatiekosten beheersbaar kunnen blijven.

De belangrijkste wijzigingen ten opzichte van het PvE Frisse Scholen 2021 zijn hieronder benoemd:

- **Energie:** Ten aanzien van energie zijn de eisen aangepast aan nieuwe Besluit Bouwwerken Leefomgeving (Bbl). De benadering bij bestaande bouw is meer gericht op de “Total Cost of Ownership” per maatregel, zoals dat nu ook in het Bbl is opgenomen. Vanwege de voortschrijdende techniek zijn de eisen voor het energiegebruik voor verlichting bij bestaande bouw aangescherpt.
- **Luchtkwaliteit:** De eisen voor de capaciteit van de spuiventilatie zijn in overeenstemming gebracht met de eisen uit het Bbl. De eisen over kwaliteit van de toevoerlucht zijn aangepast; toepassing van een warmtewiel is nu ook bij Klasse B onder voorwaarden weer toegestaan. In de eisen voor fijnstof is de definitie van een belaste locatie aangepast aan de versoepelde GGD-richtlijn. Eisen met betrekking tot tabaksrook zijn niet meer opgenomen in het PvE.
- **Licht:** In de norm NEN-EN-12464-1 zijn in 2021 de eisen voor kunstlicht in onderwijsruimten aangescherpt. Deze eisen hebben we voor de Klasse B-eisen in het PvE Frisse Scholen aangehouden. De eisen voor kunstlicht zijn nu bovendien volledig aangepast aan de toepassing van ledverlichting. De daglichteisen zijn zodanig omschreven dat de grootte van de daglichtopeningen zowel via de daglichtfactor als via dynamische berekeningen kan worden bepaald. Hiermee wordt het spanningsveld tussen daglichttoetreding en temperatuurbeheersing verkleind.

De eisen op gebied van temperatuur en geluid zijn inhoudelijk niet gewijzigd.

Gebruik van het PvE

Als gemeente of schoolbestuur wilt u graag een Frisse School: een schoolgebouw met een goed binnenmilieu en een lage energierekening. Bij nieuwbouw of renovatie moet u hiervoor de eisen formuleren waarop ontwerpers, installateurs en aannemers hun plannen kunnen baseren. Om u hierbij te ondersteunen heeft de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) het Programma van Eisen Frisse Scholen laten ontwikkelen. Deze versie van het Programma van Eisen Frisse Scholen is aangepast op basis van de eisen in het **Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl)** van 1 januari 2024. Voor Caribisch Nederland of andere landen is dit PvE daarom niet één op één toepasbaar. Zorg voor afstemming met lokale bouwregelgeving.

Bij nieuwbouw of renovatie is het belangrijk om al in een vroeg stadium eisen te formuleren voor het ontwerp van het gebouw en de installaties. De maatregelen kunnen dan nog in het ontwerp worden geïntegreerd en zo kunnen kosten worden bespaard. Het uiteindelijke doel is een zo gezond, comfortabel en energiezuinig mogelijke school binnen het beschikbare budget.

Doelen

Met een goed Programma van Eisen (PvE) kunt u:

- een ambitieprofiel voor energie en binnenmilieu vaststellen;
- eisen opnemen voor het ontwerp en het bestek;
- offertes voor bouwopdrachten opstellen en bouwopdrachten verstrekken;
- de uitvoering controleren en het eindresultaat toetsen;
- eisen stellen aan monitoring en beheer en onderhoud.

Vijf thema's

Het PvE Frisse Scholen gaat in op vijf thema's:

- Energie
- Lucht
- Temperatuur
- Licht
- Geluid

Drie ambitieniveaus

Voor ieder thema zijn drie ambitieniveaus vastgesteld:

- Klasse C (voldoende)
- Klasse B (goed)
- Klasse A (uitmuntend)

Aan elk ambitieniveau zijn (prestatie)eisen gekoppeld. Klasse C is het basisniveau, gebaseerd op geldende wet- en regelgeving (o.a. wettelijke minimumeisen Bbl) en aangevuld met relevante basisuitgangspunten voor een gezond en comfortabel binnenklimaat. De eisen zijn zo geformuleerd dat alle eisen die bij klasse C staan ook voor klasse B en A gelden, tenzij daar een zwaardere eis is opgenomen.

Keuze op maat

Frisse Scholen is nadrukkelijk geen label, maar een handreiking om op een energiezuinige manier schoolgebouwen met een gezond binnenmilieu te realiseren. Het PvE Frisse Scholen werkt als een menukaart; als opdrachtgever bepaalt uzelf welke eisen u opneemt en op welk ambitieniveau. Het kwaliteitsniveau is een keuze op maat en per thema en hangt af van uw ambities, eventuele speciale eisen ten aanzien van het type onderwijs of leerlingen en het beschikbare budget.

- Kies bij nieuwbouw en ingrijpende renovaties in beginsel op alle aspecten voor een klasse B-kwaliteit;
- Kies op één of meerdere aspecten voor klasse A wanneer men extra kwaliteit wenst of extra aandacht heeft voor een inclusief schoolgebouw. Denk bijvoorbeeld aan een klasse A voor akoestiek op een school voor leerlingen met een visuele of auditieve beperking of waar les wordt gegeven in een taal die voor veel leerlingen niet de moedertaal is;
- Kies voor tijdelijke huisvesting, kleinere renovaties of wanneer de financiële middelen zeer beperkt zijn (op onderdelen) voor klasse C.

Uitgangspunten bij het PvE

De eisen uit het PvE Frisse Scholen dienen in minimaal 95% van de gebruikstijd te worden gehaald. Er is rekening gehouden met een marge van 5% om te anticiperen op storingen of extreme situaties (denk aan het weer of overbezetting van ruimten). Het PvE is opgesteld voor standaard leslokalen in scholen voor PO en VO. Daarnaast kan het worden gebruikt voor theorielokalen in het MBO, HBO en WO. De eisen zijn niet zonder meer toepasbaar op bijvoorbeeld vaklokalen (zoals lokalen voor scheikunde/ natuurkunde of muziek), praktijklokalen, collegezalen, gymzalen, speellokale, aula's, kantoren en spreekkamers of werkplekken op de gang (zoals onderwijspleinen). Voor ruimten voor kinderopvang binnen een schoolgebouw kunnen bovendien andere wettelijke eisen van toepassing zijn.

Het is voor deze ruimten belangrijk om eisen op maat vast te stellen, waarbij dit PvE op onderdelen vaak wel gebruikt kan worden. Bijvoorbeeld: de temperatuur in een muzieklokaal hoeft niet anders te zijn dan in standaardlokalen. Op gebied van geluid en akoestiek zijn wel andere eisen van toepassing.

Verdere achtergronden bij het PvE zijn per thema beschreven achterin dit document.

Frisse Scholen Proceshandleiding

Het stellen van eisen voorafgaand aan nieuwbouw of renovatie biedt nog geen garantie voor een goed eindresultaat. Als opdrachtgever zult u tijdens het ontwerp en bouwproces de (tussentijdse) resultaten moeten toetsen. En na de bouw zult u moeten controleren of de overeengekomen prestaties inderdaad worden geleverd. RVO heeft hiervoor de Proceshandleiding voor Frisse Scholen ontwikkeld. De Proceshandleiding is te vinden en te downloaden op de [website van RVO](#).

Meer info

Het Programma van Eisen Frisse Scholen is een publicatie van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO), opgesteld in opdracht van het ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening. Het PvE Frisse Scholen is te vinden en te downloaden op de [website van RVO](#).

Eisen

Energie

Energie	Klasse C - Voldoende	Klasse B - Goed Extra t.o.v. Klasse C	Klasse A - Uitmuntend Extra t.o.v. Klasse C
Nieuwbouw en ingrijpende renovatie			
Energieprestatie	- Het primair fossiel energiegebruik (BENG 2) is gelijk aan of lager dan vereist in het Bbl. - De energiebehoefte (BENG 1) is gelijk aan of lager dan vereist in het Bbl. - Het aandeel hernieuwbare energie (BENG 3) is minimaal 40%.	- Het primair fossiel energiegebruik (BENG 2) is minimaal 30% lager dan vereist in het Bbl. - De energiebehoefte (BENG 1) is minimaal 20% lager dan vereist in het Bbl. - Het aandeel hernieuwbare energie (BENG 3) is minimaal 55%.	- Het primair fossiel energiegebruik (BENG 2) is minimaal 60% lager dan vereist in het Bbl. - De energiebehoefte (BENG 1) is minimaal 40% lager dan vereist in het Bbl. - Het aandeel hernieuwbare energie (BENG 3) is minimaal 70%.
	Toelichting: - Vanaf 1 januari 2021 is de vereiste energiezuinigheid vastgelegd in BENG-eisen, aan te tonen aan de hand van NTA 8800. Het maximaal toelaatbare primair fossiel energiegebruik (BENG 2) is daarbij vastgelegd in het Bbl. - Het aandeel hernieuwbare energie betreft zelf opgewekte hernieuwbare energie, bepaald conform NTA 8800 (BENG 3). - De energiebehoefte dient vanuit de trias energetica als eerste gereduceerd te worden. Het aandeel hernieuwbare energie (BENG 3) zorgt er vervolgens voor dat aan de eisen voor het primair fossiel energiegebruik (BENG 2) wordt voldaan. Naar mate BENG 1 hoger wordt, dient BENG 3, dus de productie van duurzame energie, ook toe te nemen om aan de eisen voor BENG 2 te kunnen voldoen. Dit leidt tot extra investeringen, materiaalgebruik etc. BENG 1 dient dus als eerste stap zo laag mogelijk te zijn.	Toelichting: - Voor een WEii klasse "Paris Proof" is een WEii van < 60kWh/m² per jaar vereist (PO/VO). Dit betreft het werkelijke totale energiegebruik, dus niet alleen het gebouwgebonden, zoals gemeten op de aanwezige energiemeter(s). Dit is inclusief de gebruikersenergie. - Het verlagen van BENG 1 vraagt om optimaliseren van het bouwkundige ontwerp. Zie hiervoor ook de bijlage installatie-efficiënt bouwen. <	Toelichting: - Op termijn worden Zero Emission Buildings, of Energie Neutrale Gebouwen (ENG), de norm. Aanbevolen wordt om dit nu al na te streven. Dit betekent BENG 2 =0, ofwel 100% lager dan momenteel vereist in het Bbl. - De mogelijkheden voor lokale opwekking zijn vaak gelimiteerd. Voor een BENG 3 van 70% is het daarom van belang om vooral ook de vraag te beperken. Passief Bouwen is een ontwerpstrategie die daarbij gevolgd kan worden. <<

Energie	Klasse C - Voldoende	Klasse B - Goed Extra t.o.v. Klasse C	Klasse A - Uitmuntend Extra t.o.v. Klasse B
Bestaande bouw			
Energieprestatie	Het energielabel is minimaal C.	Het energielabel is minimaal A.	Het energielabel is minimaal A+++.
	Toelichting: - Het energielabel dient bepaald te worden met behulp van NTA 8800. - Het energielabel houdt rechtstreeks verband met het energiegebruik en de CO₂-emissie van het gebouw.	Toelichting: < <	Toelichting: << <<
Verduurzaming energiegebruik	Alle maatregelen ter verduurzaming van het energiegebruik met een terugverdientijd van ten hoogste 7 jaar worden getroffen.	- Alle maatregelen ter verduurzaming van het energiegebruik met een terugverdientijd van ten hoogste 10 jaar worden getroffen. - Het gebouw is aardgasvrij of is daarop voorbereid.	- Alle maatregelen ter verduurzaming van het energiegebruik met een terugverdientijd van ten hoogste 12 jaar worden getroffen. - Het gebouw is aardgasvrij.
	Toelichting: - Bepaling van de maatregelen dient plaats te vinden volgens het Bbl artikel 3.84. - Voor verduurzaming geldt nu dat dit van toepassing is op maatregelen met een terugverdientijd van 5 jaar, maar per 2027 wordt dit aangescherpt naar 7 jaar. - Stuur op trias energetica: energiebesparing, duurzame energie, efficiënt omgaan met (fossiele) energie.	Toelichting: < <	Toelichting: << <<

Energie	Klasse C - Voldoende	Klasse B - Goed Extra t.o.v. Klasse C	Klasse A - Uitmuntend Extra t.o.v. Klasse B
Thermische isolatie gebouwschil	Voor gesloten delen: De warmteweerstand bedraagt minimaal het rechtens verkregen niveau met een minimum van: 1,3 m²K/W.	Voor gesloten delen: De warmteweerstand voldoet minimaal aan de eisen voor nieuwbouw, zoals aangegeven in artikel 4.152 en van het Bbl.	Voor gesloten delen: <
	Voor ramen, deuren en kozijnen: - De gemiddelde warmtedoorgangscoefficient bedraagt maximaal 1,65 W/m²K. (inclusief kozijn, bepaald volgens NTA 8800). - De luchtdoorlatendheid van de gebouwschil (q_{v,10}) bedraagt maximaal 1,0 dm³/s.m².	Voor ramen, deuren en kozijnen: < - De luchtdoorlatendheid van de gebouwschil (q_{v,10}) bedraagt maximaal 0,6 dm³/s.m².	Voor ramen, deuren en kozijnen: - De gemiddelde warmtedoorgangscoefficient bedraagt maximaal 1,2 W/m²K (inclusief kozijn, bepaald volgens NTA 8800). - De luchtdoorlatendheid van de gebouwschil (q_{v,10}) bedraagt maximaal 0,2 dm³/s.m².
	Bij volledige vervanging van de gevel: - De warmteweerstand voldoet minimaal aan de eisen voor nieuwbouw, zoals aangegeven in artikel 4.152 van het Bbl. - De luchtdoorlatendheid van de gebouwschil (q_{v,10}) bedraagt maximaal 0,2 dm³/s.m².	Bij volledige vervanging van de gevel: < <	Bij volledige vervanging van de gevel: << - De luchtdoorlatendheid van de gebouwschil (q_{v,10}) bedraagt maximaal 0,15 dm³/s.m² (ca. niveau Passief Bouw n50 ≤ 0,6/h).
	Toelichting: - De warmteweerstand en de warmtedoorgangscoefficiënt dienen te worden bepaald volgens NEN 1068. - Bij volledige vervanging van de gevel moet aan de eisen voor nieuwbouw in het Bbl worden voldaan. - Bij verbetering van de isolatie van de gebouwschil (incl. luchtdichtheid) dient ook rekening te worden gehouden met voldoende ventilatie. - Het rechtens verkregen niveau is het niveau zoals dat gold op het moment van de oorspronkelijke bouwaanvraag. - De luchtdoorlatendheid van de gebouwschil wordt bepaald conform NEN-EN ISO 9972.	Toelichting: < < < <	Toelichting: - Een verdere verbetering voor ramen, deuren en kozijnen betreft de gemiddelde warmtedoorgangscoefficiënt van maximaal 0,9 W/m²K (inclusief kozijn, bepaald volgens NTA 8800). Indien deze keuze wordt gemaakt inclusief een lage luchtdoorlatendheid, dan kan verwarmen via lucht gerealiseerd worden met een deugdelijk ontwerp. << << << <<

Energie	Klasse C - Voldoende	Klasse B - Goed Extra t.o.v. Klasse C	Klasse A - Uitmuntend Extra t.o.v. Klasse B
Energie-efficiëntie ventilatie	- Mechanische ventilatiesystemen hebben een energiezuinige ventilator (IE3-elektromotor of beter voor decentrale en IE4 voor centrale systemen) met toerenregeling. - Een mechanisch ventilatiesysteem wordt ten minste geregeld op basis van weekprogramma (inclusief vakantieprogramma) en is voorzien van een overwerktimer. Daarnaast is er een regeling voor zomernachtventilatie. - Een ventilatiesysteem met mechanische luchttoe- en afvoer is voorzien van warmteterugwinning met een minimaal rendement van 70%.	< - De regeling van het ventilatiedebiet vindt plaats op basis van de CO₂-concentratie in de ruimte. Indien de luchtbehandeling tevens voor verwarming wordt gebruikt kan de warmtebehoefte bepalend zijn voor het ventilatiedebiet. Ongeacht de warmtebehoefte geldt het benodigde debiet op basis van de CO₂-concentratie in de ruimte altijd als minimum. - Een ventilatiesysteem met mechanische luchttoevoer is voorzien van warmteterugwinning met een minimaal rendement van 75%.	<< < <
	Toelichting: Het rendement van de warmteterugwinning dient te worden bepaald overeenkomstig NEN-EN 13141-7, NEN-EN 13141-8, NEN-EN 13142 en NEN-EN 13053, dan wel ontleend aan NTA 8800, tabel 11.18.	Toelichting: <	Toelichting: <<
Energie-efficiëntie verwarming	- De warmteopwekking heeft een (toestel)rendement van minimaal 95%. - Verwarmingsleidingen die door onverwarmde ruimten lopen en appendages zijn geïsoleerd met een minimale R_c-waarde van 1,0 m²K/W. - De centrale warmte-opwekking wordt ten minste geregeld op basis van kloktijden, inclusief een weekend- en vakantieprogramma. - De verwarming kan per ruimte worden (na)geregeld.	< < < - De verwarming is per verblijfsruimte individueel geregeld. Indien de luchtbehandeling tevens voor verwarming wordt gebruikt kan de warmtebehoefte bepalend zijn voor het ventilatiedebiet. Ongeacht de warmtebehoefte geldt het benodigde debiet op basis van de CO₂-concentratie in de ruimte altijd als minimum. - Bij volledige vervanging van zowel de warmteopwekking als de warmtedistributie: de warmtevoorziening dient hoofdzakelijk aardgasvrij te worden uitgevoerd.	<< << << < - Bij volledige vervanging van zowel de warmteopwekking als de warmtedistributie: de warmtevoorziening dient volledig aardgasvrij te worden uitgevoerd.
	Toelichting: Het opwekkingsrendement dient te worden bepaald overeenkomstig de geldende wettelijke richtlijnen.	Toelichting: <	Toelichting: <<

Energie	Klasse C - Voldoende	Klasse B - Goed Extra t.o.v. Klasse C	Klasse A - Uitmuntend Extra t.o.v. Klasse B
Energie-efficiëntie koeling	- Op alle daglichtopeningen (inclusief daklichten) behoudens de noordzijde is buitenzonwering (bijvoorbeeld screens of uitvalscheren of vaste zonwering zoals overstekken) aanwezig. - De warmteproductie door verlichting bedraagt maximaal 8 W/m². - Het mechanische ventilatiesysteem is voorzien van een automatische regeling voor zomernachtventilatie. - Er zijn spuiventilatievoorzieningen aanwezig overeenkomstig de eisen onder Luchtkwaliteit.	< - De warmteproductie door verlichting bedraagt maximaal 7 W/m². < <	<< - De warmteproductie door verlichting bedraagt maximaal 5 W/m². << <<
	Toelichting: - Het voorkomen van opwarming staat centraal. Dit kan met behulp van buitenzonwering, het beperken van de warmteproductie binnen, het afvoeren van warmte door (spui)ventilatie en het benutten van de thermische massa. - Een automatische regeling voor zomernachtventilatie draagt zorg voor het automatisch aan- en uitschakelen van de ventilatie buiten gebruikstijd, op basis van het verschil tussen de binnen- en buitentemperatuur.	Toelichting: < < - Bij het realiseren van de eisen voor thermisch comfort dient het gebruik van mechanische koeling zoveel mogelijk vermeden te worden. Indien toch mechanische koeling noodzakelijk is dient deze zeer energie-efficiënt te zijn, met een SEER van minimaal 6, bepaald volgens EN 14825. De genoemde eis betekent dat de koelinstallatie voldoet aan de eisen van het Energy Star label en minimaal 10% efficiënter is dan de wettelijke eisen.	Toelichting: << << - Voor de mechanische koeling dient duurzame energie te worden toegepast, bijvoorbeeld door middel van koeling met oppervlaktewater, een WKO-systeem of met behulp van op de locatie duurzaam opgewekte elektriciteit, waarbij de voor koeling gebruikte energie niet meetelt in het percentage dat vereist is onder 'Duurzame energie'.

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	- Het geïnstalleerd vermogen van de verlichting in verblijfsruimten bedraagt maximaal 8 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 aanwezigheidsdetectie. - De verlichting in ruimten waar daglicht aanwezig is wordt geregeld op basis van het daglichtaanbod.	- Het geïnstalleerd vermogen van de verlichting in verblijfsruimten bedraagt maximaal 7 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. < <	- 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. < << <<
	Toelichting: 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 Bbl. Overige ruimten zijn alle ruimten die wel voorzien zijn van verlichting en niet behoren tot het verblijfsgebied.	Toelichting: <	Toelichting: <<

Lucht

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	- De CO₂-concentratie (in de ademzone) in leslokalen is tijdens gebruikstijd maximaal 1.200 ppm. - De hoeveelheid verse luchttoevoer (ventilatie-debiet) is minimaal 6 dm³/s (21,6 m³/uur) per persoon.	- De CO₂-concentratie in leslokalen (in de ademzone) is tijdens gebruikstijd maximaal 950 ppm. - De hoeveelheid verse luchttoevoer is minimaal 8,5 dm³/s (30,6 m³/uur) per persoon.	- De CO₂-concentratie in leslokalen (in de ademzone) is tijdens gebruikstijd maximaal 800 ppm. - De hoeveelheid verse luchttoevoer is minimaal 12 dm³/s (43,2 m³/uur) per persoon.
	Toelichting: - Deze eis is gebaseerd op Bouwbesluit 2003 en is daarmee alleen van toepassing voor lokalen gebouwd voor 2012. Voor lokalen gebouwd vanaf 2012 geldt Klasse B als minimum. Bij renovatie wordt aanbevolen om uit te gaan van Klasse B. - 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 ventilatie-debiet is uitgegaan van een CO₂-productie van gemiddeld 17 dm³/uur per persoon en een ventilatie-effectiviteit ϵ_v 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 ventilatie-debiet 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).	Toelichting: < < < < < < <	Toelichting: << << << << << << <<

Lucht	Klasse C - Voldoende	Klasse B - Goed Extra t.o.v. Klasse C	Klasse A - Uitmuntend Extra t.o.v. Klasse B
Spuiventilatie	De capaciteit van de spuiventilatievoorzieningen is op ruimteniveau minimaal 3 dm³/s per m² vloeroppervlak.	<	De capaciteit van de spuiventilatievoorzieningen is op ruimteniveau minimaal 6 dm³/s per m² vloeroppervlak.
	Toelichting: De spuiventilatiecapaciteit dient te worden bepaald conform de bepalingen uit NEN 1087.	Toelichting: <	Toelichting: <<
Ruimtevolume	In leslokalen is de afstand van vloer tot (verlaagd) plafond minimaal 2,6 m.	In leslokalen is de afstand van vloer tot (verlaagd) plafond minimaal 2,8 m.	In leslokalen is de afstand van vloer tot (verlaagd) plafond minimaal 3,2 m.
	Toelichting:	Toelichting: Met een grotere vrije hoogte kan een goede luchtkwaliteit in de leefzone langer worden gegarandeerd. Extra ruimtevolume fungeert als buffer.	Toelichting: <

Lucht	Klasse C - Voldoende	Klasse B - Goed Extra t.o.v. Klasse C	Klasse A - Uitmuntend Extra t.o.v. Klasse B
Kwaliteit van de toevoerlucht	- 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-airssystemen 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. - De afstand tussen een afvoervoorziening voor luchtverversing en een instroomopening voor de toevoer van verse lucht is zodanig dat de volgens NEN1087 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 NEN2757 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. - Luchtvoerkkanalen 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 luchtbehandelingssysteem naar de diverse ruimten zo klein mogelijk is.	< - Er wordt geen gebruik gemaakt van recirculatie (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. Nadelige effecten t.g.v. adsorptie/desorptie of vochtoverdracht bij warmtewielen worden beperkt doordat afzuiging van ruimten waar activiteiten plaatsvinden die de binnenlucht-kwaliteit verminderen (denk aan toiletruimten, keukens, practicumlokalen) niet op een LBK met warmtewiel worden aangesloten. < < < - Luchttoevoerkkanalen en luchtbehandelingskasten worden voor ingebruikname goed inwendig gereinigd.	<< < - Bij warmteterugwinning wordt gebruik gemaakt van een type warmteterugwinsysteem dat een zeer hoge mate van scheiding (<0,5% lekkage) tussen retourlucht en toevoerlucht garandeert, waarbij geen vochtoverdracht plaatsvindt en geen nadelige effecten geeft t.g.v. adsorptie/desorptie. << << << <
	Toelichting: Beoordeling van de reinheid van kanalen vindt plaats op basis van een visuele beoordeling (zie ook de Richtlijn beheer en onderhoud van Binnenklimaat Nederland).	Toelichting: <	Toelichting: <<

Lucht	Klasse C - Voldoende	Klasse B - Goed Extra t.o.v. Klasse C	Klasse A - Uitmuntend Extra t.o.v. Klasse B
Fijnstof	- Bij nieuwbouw en renovatie van scholen op een belaste locatie worden maatregelen genomen om de invloed van de luchtkwaliteit buiten op de binnenlucht te verminderen: - Aanvoer van verse buitenlucht vindt plaats op het dak of aan de verkeersluwe zijde (gevel of een lager gelegen dakvlak). - Openen van ramen is niet nodig voor temperatuurbeheersing. Om aan de gestelde eisen voor de temperatuur in de zomer te voldoen is lokaal regelbare mechanische koeling met voldoende capaciteit beschikbaar. - Alleen bij nieuwbouw: De luchtdoorlatendheid van de gevel ($q_{v,10}$) maximaal 0,15 is (zie Klasse A-eisen voor thermische isolatie gebouwschil). - Mechanische ventilatiesystemen zijn voorzien van filters in de toevoerlucht met een rendement ePM1 van minimaal 70% (NEN-EN-ISO 16890: ODA 2 / SUP2). - Bij scholen op belaste locaties geldt dat mechanische ventilatiesystemen zijn voorzien van filters met een rendement ePM1 van minimaal 80% (NEN-EN-ISO 16890: ODA 3 / SUP2).	- Nieuwbouw van scholen vindt niet plaats op een belaste locatie. Bij renovatie op een belaste locatie worden maatregelen genomen om de invloed van de luchtkwaliteit buiten op de binnenlucht te verminderen: - Aanvoer van verse buitenlucht vindt plaats aan de verkeersluwe zijde (gevel of een lager gelegen dakvlak). - Openen van ramen is niet nodig voor temperatuurbeheersing. Om aan de gestelde eisen voor de temperatuur in de zomer te voldoen is lokaal regelbare mechanische koeling met voldoende capaciteit beschikbaar. < <	- Nieuwbouw en renovatie van scholen vindt niet plaats op een belaste locatie. - Mechanische ventilatiesystemen zijn voorzien van filters in de toevoerlucht met een rendement ePM1 van minimaal 80% (NEN-EN-ISO 16890: ODA 2 / SUP1). - Bij (bestaande) scholen op belaste locaties geldt dat mechanische ventilatiesystemen zijn voorzien van filters met een rendement ePM1 van minimaal 90% (NEN-EN-ISO 16890: ODA 3 / SUP1).
	Toelichting: - Er is sprake van een belaste locatie: - binnen 150 meter tot de rand van snelwegen; - binnen 25 meter tot de rand van drukke binnenstedelijke wegen (> 10.000 motorvoertuigen per etmaal); - binnen 50 meter tot de rand van provinciale wegen; - binnen een zone van 250 meter van veehouderijen. - Filters worden geselecteerd op basis van NEN-EN-ISO 16890. - Filters dienen minimaal 1 à 2 keer per jaar te worden vervangen. Zie ook de eisen t.a.v. onderhoud van klimaatinstallaties onder 'kwaliteitsborging'.	Toelichting: < < <	Toelichting: << << <<

Lucht	Klasse C - Voldoende	Klasse B - Goed Extra t.o.v. Klasse C	Klasse A - Uitmuntend Extra t.o.v. Klasse B
Emissies van materialen	- De formaldehydeconcentratie is maximaal 120 microgram/m³. - De totale vluchtige organische stoffen ofwel TVOC-concentratie bedraagt maximaal 200 microgram/m³. - Bouw- en inrichtingsmaterialen bevatten geen schadelijke weekmakers/ftalaten (zoals DEHP, DBP en BBP).	- De formaldehydeconcentratie is maximaal 30 microgram/m³. < <	< << <<
	Toelichting: - Formaldehyde-metingen worden uitgevoerd conform de bepalingen in NEN-ISO 16000-3. De TVOC-metingen in lijn met NEN-ISO 16000-6. - Metingen van de luchtkwaliteit zijn in beginsel niet nodig om te bewijzen dat aan de klasse C-eisen voor TVOC en formaldehyde wordt voldaan. Alleen als sprake is van klachten ('chemische lucht') kunnen metingen noodzakelijk zijn om aan te tonen dat aan de eisen is voldaan. - De emissies van materialen zijn ook van belang voor circulaire gebouwen nu en in de toekomst. Hergebruik van materialen mag geen negatieve invloed hebben op de luchtkwaliteit. Toxische materialen moeten worden vermeden. Voor tools ten aanzien van circulariteit, zie de bijlage.	Toelichting: < - Indien bewezen kan worden dat het merendeel van de interieur-materialen (en in elk geval de vloerbedekking, de wandafwerking, de plafondaafwerking en de meubels) emissiearm is (bijv. te voldoen aan het Finse emissie- classificatiesysteem M1 (www.rts.fi), het Duitse milieukeur 'Der Blaue Engel' (www.blauer-engel.de) of vergelijkbaar) dan kan ervan uitgegaan worden dat aan de klasse B-eisen voor TVOC en formaldehyde wordt voldaan. Metingen van de luchtkwaliteit niet in dat geval nodig. Alleen als sprake is van klachten ('chemische lucht') kunnen metingen noodzakelijk zijn om aan te tonen dat aan de eisen is voldaan. <	Toelichting: << <<

Lucht	Klasse C - Voldoende	Klasse B - Goed Extra t.o.v. Klasse C	Klasse A - Uitmuntend Extra t.o.v. Klasse B
Emissies van apparatuur	- Verontreinigende apparatuur (bijv. printers, copiers) staat in een aparte ruimte die op onderdruk staat t.o.v. omringende ruimten. - De lucht uit reproductie ruimten wordt direct uit deze ruimten naar buiten afgevoerd waardoor o.a. geurverspreiding in het gebouw wordt voorkomen.	< <	- Verontreinigende apparatuur (bijv. printers, copiers) is voorzien van bronafzuiging. <<
Schoonmaakbaarheid	- De constructie en detaillering bevordert geen aanhechting van stof, vuil, vocht e.d. - Vloerbedekking in leslokalen is eenvoudig reinigbaar. Toelichting: <i>Het gebouw en zijn interieur zijn overal goed (nat) reinigbaar. Denk aan nat afneembare wanden, rond aflopende plinten, plafondeilanden, weggewerkt leidingwerk en zwevende toiletpotten.</i>	< < Toelichting: <	<< << Toelichting: <<
Toiletten	- Geurverspreiding vanuit toiletten naar elders in het gebouw wordt voorkomen. - De toiletruimten worden continu op onderdruk gehouden t.o.v. de omliggende ruimten. - De afvoercapaciteit van de toiletten bedraagt minimaal 50 m³/uur afzuiging per toilet(pot)/urinoir. - Vloeren en wanden (tot min. 70 cm hoogte) zijn zo uitgevoerd dat urine niet in het materiaal kan trekken. - De lucht uit toiletten wordt beschouwd als retourlucht en wordt direct uit deze ruimten naar buiten afgevoerd.	< < < < - De lucht uit toiletten wordt beschouwd als retourlucht en wordt direct uit deze ruimten naar buiten afgevoerd. De toiletgroepen zijn hiervoor aangesloten op een separaat ventilatiesysteem.	<< << << << <

Lucht	Klasse C - Voldoende	Klasse B - Goed Extra t.o.v. Klasse C	Klasse A - Uitmuntend Extra t.o.v. Klasse B
Legionella	• Installaties voor warm en koud tapwater moeten worden uitgevoerd conform de bepalingen in ISSO-publicatie 55.1 Legionellabestrijding.	• <	• <<
Bestaande bouw			
Asbest	• In het schoolgebouw is geen asbest aanwezig dat een actueel risico oplevert (er is sprake van een risico als asbest niet of nauwelijks met een bindmateriaal is toegepast, of als asbesthoudende materiaal beschadigd of verweerd is). • Wanneer asbest in het gebouw aanwezig is dat geen actueel risico oplevert is, is bekend waar dit aanwezig is en wat de risico's zijn. Dit is vastgelegd in een asbestbeheersplan.	• < • <	• << • <<
	Toelichting: • <i>Op het moment dat in scholen waarvoor de bouwvergunning voor 1994 is aangevraagd sloop- of renovatiewerkzaamheden worden uitgevoerd is een asbestinventarisatie aanwezig. De asbestinventarisatie is uitgevoerd door een gecertificeerd inventarisatiebedrijf (SC-540 of gelijkwaardig) voorafgaand aan de sloop- of renovatiewerkzaamheden. Bij direct risico wordt het asbest door een gecertificeerd asbestverwijderingsbedrijf verwijderd. Is geen sprake van direct risico dan moet een asbestbeheersplan opgesteld worden.</i>	Toelichting: • <	Toelichting: • <<

Temperatuur

Temperatuur	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			
Temperatuur winter	- De operationele temperatuur (combinatie van de luchttemperatuur en stralingstemperatuur) ligt in het stookseizoen tussen 18 en 25°C. - Het verwarmingssysteem is zodanig gedimensioneerd en uitgevoerd dat de operationele temperatuur in de verblijfsruimten minimaal 19°C is.	- De operationele temperatuur ligt in het stookseizoen tussen 19 en 24°C. - Het verwarmingssysteem is zodanig gedimensioneerd en uitgevoerd dat de operationele temperatuur in de verblijfsruimten minimaal 20°C is.	- De operationele temperatuur ligt in het stookseizoen tussen 20 en 23°C. - Het verwarmingssysteem is zodanig gedimensioneerd en uitgevoerd dat de operationele temperatuur in de verblijfsruimten minimaal 21°C is.
	Toelichting: - De grenzen voor de operationele temperatuur in het stookseizoen zijn van toepassing vanaf een daggemiddelde buitentemperatuur van -5°C. De bovengrenzen zijn van toepassing bij een lopende gemiddelde (running mean) buitentemperatuur tot 14°C. De ondergrenzen zijn van toepassing bij een lopende gemiddelde (running mean) buitentemperatuur tot 20°C. - Het verwarmingssysteem is gedimensioneerd conform de berekeningsmethode in ISSO-publicatie 53 en 57.	Toelichting: < <	Toelichting: << <<

Temperatuur	Klasse C - Voldoende	Klasse B - Goed Extra t.o.v. Klasse C	Klasse A - Uitmuntend Extra t.o.v. Klasse B
Temperatuur zomer	- Voor de temperatuur in de zomer en het tussenseizoen geldt een glijdende temperatuurschaal, waarbij de grenswaarden van de temperatuur binnen enigszins oplopen met de buitentemperatuur volgens de volgende formule: <i>operatieve temperatuur binnen = 0,33 lopende gemiddelde buitentemperatuur + 16,4 ± 4°C.</i> - In situaties zonder passieve koeling (o.a. ruimten zonder te openen delen of ruimten met lokaal regelbare actieve koeling) geldt aanvullend dat de operatieve temperatuur niet hoger wordt dan 27°C.	- Voor de temperatuur in de zomer en het tussenseizoen geldt een glijdende temperatuurschaal, waarbij de grenswaarden van de temperatuur binnen enigszins oplopen met de buitentemperatuur volgens de volgende formule: <i>operatieve temperatuur binnen = 0,33 lopende gemiddelde buitentemperatuur + 16,4 ± 3°C.</i> - In situaties zonder passieve koeling (o.a. ruimten zonder te openen delen of ruimten met lokaal regelbare actieve koeling) geldt aanvullend dat de operatieve temperatuur niet hoger wordt dan 26°C.	- Voor de temperatuur in de zomer en het tussenseizoen geldt een glijdende temperatuurschaal, waarbij de grenswaarden van de temperatuur binnen enigszins oplopen met de buitentemperatuur volgens de volgende formule: <i>operatieve temperatuur binnen = 0,33 lopende gemiddelde buitentemperatuur + 16,4 ± 2°C.</i> - In situaties zonder passieve koeling (o.a. ruimten zonder te openen delen of ruimten met lokaal regelbare actieve koeling) geldt aanvullend dat de operatieve temperatuur niet hoger wordt dan 25,5°C.
	Toelichting: - De adaptieve eisen (glijdende temperatuurschaal) zijn gebaseerd op (inter)nationale normen en richtlijnen, zoals NEN-EN 16798-1 (Annex B2.2) en ISSO-publicatie 74, gecorrigeerd voor de situatie in scholen. Voorwaarden voor toepassing van deze eis zijn de aanwezigheid van (makkelijk bruikbare) te openen delen en een vrije kledingkeuze. - Eisen voor de maximale operatieve temperatuur in situaties zonder passieve koeling komen overeen met NEN-EN-ISO 7730. Deze aanvullende eis is van toepassing in situaties zonder te openen delen, met lokaal regelbare actieve koeling of geen vrije kledingkeuze (uniform). - De bovengrenzen voor de operatieve temperatuur in de zomer zijn van toepassing bij een lopende gemiddelde (running mean) buitentemperatuur van 14°C tot 22°C. De ondergrenzen zijn van toepassing bij een lopende gemiddelde (running mean) buitentemperatuur van 17°C tot 22°C. - Parameters worden vastgesteld conform de bepalingen in NEN-EN-ISO 7726. - Bij temperatuuroverschrijdingsberekeningen worden de referentieklimaatgegevens met 1% overschrijdingskans aangehouden, zoals beschreven in de meest recente versie van de norm NEN 5060.	Toelichting: < < < <	Toelichting: << << << <<

Temperatuur	Klasse C - Voldoende	Klasse B - Goed Extra t.o.v. Klasse C	Klasse A - Uitmuntend Extra t.o.v. Klasse B
Individuele beïnvloeding	- De temperatuur is in het stookseizoen (in elk geval bij een daggemiddelde buitentemperatuur tussen 0 en 14°C) per verblijfsruimte handmatig regelbaar binnen +/- 2 graden rondom het setpoint (standaard uitgangspunt 21°C). - Indien lokaal regelbare koeling is toegepast is de temperatuur in het koelseizoen (in elk geval bij een daggemiddelde buitentemperatuur tussen 20°C en 30°C) per verblijfsruimte handmatig regelbaar binnen +/- 2 graden rondom het setpoint (standaard uitgangspunt 24,5°C). - De snelheid van de temperatuurregeling is minimaal 1 graad per half uur na verstelling van de bedienknop. - Handmatig naregelen van de temperatuur is mogelijk via een knop, bedienunit of app die zonder instructie te begrijpen is en die goed in het zicht is geplaatst. - In de lokalen waar (buiten)zonwering aanwezig is dient deze in de ruimte bedienbaar of te overrulen te zijn.	< < < < <	- De temperatuur is in het stookseizoen (in elk geval bij een daggemiddelde buitentemperatuur tussen -5 en 14°C) per verblijfsruimte handmatig regelbaar binnen +/- 2 graden rondom het setpoint (standaard uitgangspunt 21°C). - Indien lokaal regelbare koeling is toegepast is de temperatuur in het koelseizoen (in elk geval bij een daggemiddelde buitentemperatuur tussen 14°C en 30°C) per verblijfsruimte handmatig regelbaar binnen +/- 2 graden rondom het setpoint (standaard uitgangspunt 24,5°C). << << <<
Ventilatie-verkoeling	- Leslokalen hebben ten minste 4 te openen delen. - Van het oppervlak van de te openen delen is minimaal 30% aanwezig boven in de gevel (> 1,8 m) en minimaal 30% onder in de gevel (<1,8 m). De te openen delen bovenin en onderin zijn afzonderlijk van elkaar te openen. - De spui ventilatievoorzieningen zijn licht bedienbaar staand vanaf de vloer en hebben meerdere fixeerstanden (incl. kierstand) of zijn traploos instelbaar. - De spui ventilatievoorzieningen zijn tegelijkertijd met de buitenzonwering te gebruiken. De luchtstroom wordt niet door bijv. screens belemmerd. - De capaciteit van de spui voorzieningen voldoet aan de eisen voor spui ventilatie (zie 'Lucht').	< < < < <	<< << << << <<

Temperatuur	Klasse C - Voldoende	Klasse B - Goed Extra t.o.v. Klasse C	Klasse A - Uitmuntend Extra t.o.v. Klasse B
Tocht	- De luchtsnelheden in de leefzone (het deel van het leslokaal waar leerlingen en docenten verblijven) zijn 's zomers niet hoger dan 0,23 m/s. - De luchtsnelheden in de leefzone zijn 's winters niet hoger dan 0,19 m/s.	- De luchtsnelheden in de leefzone zijn 's zomers niet hoger dan 0,20 m/s. - De luchtsnelheden in de leefzone zijn 's winters niet hoger dan 0,16 m/s.	- De luchtsnelheden in de leefzone zijn 's zomers niet hoger dan 0,16 m/s. - De luchtsnelheden in de leefzone zijn 's winters niet hoger dan 0,13 m/s.
	Toelichting: - Eisen voor tocht zijn in overeenstemming met NEN-EN-ISO 7730. Parameters worden vastgesteld conform de bepalingen in NEN-EN-ISO 7726. - In plaats van de aangegeven luchtsnelheden kan ook worden uitgegaan van de Draught Rate (DR) ofwel het verwachte percentage ontevreden als gevolg van tocht. Voor Klasse C geldt een DR<30%. - Het tocht risico wordt bepaald op nek- (1,1 m) en enkelniveau (0,1 m) met gesloten ramen en deuren. - Het risico op tocht is groot bij glasvlakken met een hoogte van >1,5 à 2 m (uitgaande van HR++- glas met $U < 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$) ten gevolge van koudeval in de winter. Koudeval kan worden beperkt door bijv. verwarmingslichamen aan te brengen onder het glas of door toepassing van triple glas.	Toelichting: < - In plaats van de aangegeven luchtsnelheden kan ook worden uitgegaan van de Draught Rate (DR) ofwel het verwachte percentage ontevreden als gevolg van tocht. Voor Klasse B geldt een DR<20%. < <	Toelichting: << - In plaats van de aangegeven luchtsnelheden kan ook worden uitgegaan van de Draught Rate (DR) ofwel het verwachte percentage ontevreden als gevolg van tocht. Voor Klasse A geldt een DR<10%. << <<

Temperatuur	Klasse C - Voldoende	Klasse B - Goed Extra t.o.v. Klasse C	Klasse A - Uitmuntend Extra t.o.v. Klasse B
Lokaal thermisch discomfort	- Vloeren zijn dusdanig geïsoleerd, afgewerkt en/of verwarmd dat de vloertemperatuur minimaal 17°C is. - De verticale temperatuurgradiënt (verschil tussen de luchttemperatuur op enkel- en hoofdhoogte) is <4 K/m. - De stralingstemperatuurasymmetrie (verschil in temperatuur van tegenoverliggende vlakken) is: - bij een warm plafond <7°C; - bij een koude wand <13°C; - bij een koud plafond <18°C; - bij een warme wand <35°C.	- Vloeren zijn dusdanig geïsoleerd, afgewerkt en/of verwarmd dat de vloertemperatuur minimaal 19°C is. - De verticale temperatuurgradiënt is <3 K/m. - De stralingstemperatuurasymmetrie is: - bij een warm plafond <5°C; - bij een koude wand <10°C; - bij een koud plafond <14°C; - bij een warme wand <23°C. - De gemiddelde stralingstemperatuur (de gemiddelde oppervlaktetemperatuur van plafond, vloer, wanden, ramen, verwarmingspanelen en inrichting) in leslokalen is 's winters hoger dan de luchttemperatuur.	< - De verticale temperatuurgradiënt is <2 K/m. < <
	Toelichting: Eisen voor lokaal thermisch discomfort zijn in overeenstemming met NEN-EN-ISO 7730. Parameters worden vastgesteld conform de bepalingen in NEN-EN-ISO 7726.	Toelichting: < - Om 's winters een gemiddelde stralingstemperatuur hoger dan de luchttemperatuur te bereiken is stralingsverwarming (bijv. radiatoren, IR verwarmingspanelen of vloerverwarming) meestal noodzakelijk.	Toelichting: << <

Licht

Licht	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			
Kunstlicht	- De gemiddelde verlichtingssterkte $\bar{E}_m$ door kunstlicht is op werkvlakniveau minimaal 300 lux met een gelijkmatigheids-index van minimaal 0,6. Dit betekent dat de donkerste plekken minimaal 200 lux moeten zijn. - De UGR_L (waarde voor de beperking van de 'verblindings-hinder') van de in de leslokalen toegepaste armaturen is ≤ 19. - De Colour Fidelity Index (R_f) van ledverlichting is minimaal 80 of vergelijkbaar. Alternatief: De kleurweergaveindex (R_a) van de verlichting is minimaal 80 of vergelijkbaar en de R9-waarde is minimaal 10. - De verlichting voldoet aan de eis voor beperkte flikkering ($PstLM \leq 1,0$). - Kies voor (voldoende) diffuse optieken met een egale structuur, zoals opaalglas.	- De gemiddelde verlichtingssterkte $\bar{E}_m$ door kunstlicht is op werkvlakniveau minimaal 500 lux met een gelijkmatigheids-index van minimaal 0,6. Dit betekent dat de donkerste plekken minimaal 300 lux moeten zijn. - De gemiddelde verlichtingssterkte op de wanden $\bar{E}_{m,wall}$ door kunstlicht is minimaal 150 lux.	< - Werkplekken voor docenten hebben persoonlijke voorzieningen voor taakverlichting (bijv. bureaulampen), waarmee een verlichtingssterkte van 1000 lux op het werkblad kan worden gerealiseerd. Deze taakverlichting telt niet mee in de gemiddelde verlichtingssterkte van de ruimte. < << << - De verlichting voldoet aan de eis voor beperkte flikkering ($PstLM \leq 1,0$) en stroboscopische effecten ($SVM \leq 1,6$). <<
	Toelichting: - De Klasse C-eis is komt overeen met de eisen in de norm NEN-EN 12464-1:2011 en is beneden de eisen in de norm NEN-EN 12464-1:2021. Voor nieuwe verlichtingsinstallaties wordt geadviseerd om minimaal de Klasse B-eisen te hanteren. - Voor het werkvlakniveau wordt conform de norm NEN-EN 12464-1:2021 uitgegaan van 0,8 m, tenzij een andere werkvlakhoogte vaststaat. - Aangezien in scholen ook werkplekken tegen de wanden zijn, dient de verlichtingssterkte in de randzone (max. 0,6 m van de wanden) minimaal 300 lux te zijn.	Toelichting: De eisen voor verlichting zijn conform de norm NEN-EN 12464-1:2021. Met de praktijkverlichtingssterkte $\bar{E}_m$ wordt de gemiddelde verlichtingssterkte in de ruimte bedoeld.	Toelichting: < << <<

Licht	Klasse C - Voldoende	Klasse B - Goed Extra t.o.v. Klasse C	Klasse A - Uitmuntend Extra t.o.v. Klasse B
Daglicht	De daglichttoetreding in de lokalen is zodanig dat de streefverlichtingssterkte E_v minimaal 200 lux is in meer dan 50% van de ruimte (op werkvlakniveau). Dit komt overeen met een streefdaglichtfactor D_T van minimaal 1,4% (methode 1 NEN-EN 17037) of wordt aangetoond met een dynamische berekening (methode 2 NEN-EN 17037).	De daglichttoetreding in de lokalen is zodanig dat de streefverlichtingssterkte E_v minimaal 300 lux is in meer dan 50% van de ruimte (op werkvlakniveau). Dit komt overeen met een streefdaglichtfactor D_T van minimaal 2,1% (methode 1 NEN-EN 17037:2018) of wordt aangetoond met een dynamische berekening (methode 2 NEN-EN 17037:2018).	De daglichttoetreding in de lokalen is zodanig dat de streefverlichtingssterkte E_v minimaal 500 lux is in meer dan 50% van de ruimte (op werkvlakniveau). Dit komt overeen met een streefdaglichtfactor D_T van minimaal 3,5% (methode 1 NEN-EN 17037:2018) of wordt aangetoond met een dynamische berekening (methode 2 NEN-EN 17037:2018).
	Toelichting: De daglichttoetreding wordt bepaald via NEN-EN 17037:2018+A1:2022 en NPR4057:2022. Methode 1 betreft een statische berekening bij diffuus daglicht. Methode 2 betreft een dynamische simulatie op basis van uurlijkse waarden, waarbij ook direct zonlicht wordt meegenomen gecorrigeerd voor gebruik van beweegbare zonwering. De eisen moeten 50% van de daglichttijd worden behaald. Methode 2 geniet de voorkeur.	Toelichting: <	Toelichting: <<
Verblinding	Luminantieverhoudingen ('contrasten' in het gezichtsveld) tussen taak (bijv. schrift), directe omgeving (bijv. tafelblad) en periferie (bijv. raam) ten gevolge van kunstlicht en/of daglicht bedragen maximaal 1:30:100 (taak : directe omgeving : periferie).	Luminantieverhoudingen ('contrasten' in het gezichtsveld) tussen taak (bijv. schrift), directe omgeving (bijv. tafelblad) en periferie (bijv. raam) ten gevolge van kunstlicht en/of daglicht bedragen maximaal 1:10:30 (taak : directe omgeving : periferie).	<
	Toelichting: - Om hinderlijk tegenlicht en hinderlijke reflecties door daglicht te voorkomen dient bij alle ramen (ook aan de noordzijde) instelbare helderheidswering te worden toegepast. - De Klasse C-eisen voor luminantieverhoudingen betekenen in de praktijk dat de lichtdoorlatendheid van de helderheidswering dusdanig is dat wordt voldaan aan Klasse 2 (gemiddeld effect) t.a.v. Glare control uit NEN-EN-14501. - De helderheidswering is dusdanig dat bij gesloten helderheidswering enig uitzicht naar buiten mogelijk is.	Toelichting: < - De Klasse B-eisen voor luminantieverhoudingen betekenen in de praktijk dat de lichtdoorlatendheid van de helderheidswering dusdanig is dat wordt voldaan aan Klasse 3 (goed effect) t.a.v. Glare control uit NEN-EN-14501. <	Toelichting: << < <<
Individuele beïnvloeding	- Het licht kan in elke ruimte afzonderlijk aan- en uitgeschakeld worden. - De helderheidswering kan per leslokaal worden bediend.	- Kunstverlichting in leslokalen is beperkt regelbaar: de verlichting is bijvoorbeeld in delen aan- en uit te schakelen (de zone bij het bord apart) of dimbaar. <	- Kunstverlichting in leslokalen is dimbaar én in delen aan en uit te schakelen (de zone bij het bord apart). <<

Geluid

Geluid	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			
Geluidwering van de gevel	De geluidwering van de gevel (G_A) is gelijk aan het verschil tussen de geluidbelasting op de gevel en 33 dB, met een minimum van 20 dB.	<	De geluidwering van de gevel (G_A) is gelijk aan het verschil tussen de geluidbelasting op de gevel en 28 dB, met een minimum van 25 dB.
	Toelichting: - 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 (eventuele gevelroosters open). - Voor de geluidbelasting wordt uitgegaan van de werkelijke (gecumuleerde) geluidbelasting van alle aanwezige geluidbronnen (wegen e.d.).	Toelichting: < <	Toelichting: - Aanbevolen wordt om uit te gaan van de Klasse A-eis wanneer het lokaal grenst aan een speelplaats die tijdens lestijd wordt gebruikt (wanneer niet alle leerlingen tegelijk pauzeren). Eventuele hinder ten gevolge van pratende en spelende kinderen kan door de betere geluidwering van de gevel worden beperkt. <<
Installatiegeluid	- Het geluidniveau in de leslokalen t.g.v. installaties (L_{iA}) is maximaal 35 dB. - Het geluidniveau ten gevolge van installaties is maximaal 30 dB in een op een aangrenzend perceel gelegen verblijfsgebied.	- Het geluidniveau in de leslokalen t.g.v. installaties is maximaal 33 dB. <	- Het geluidniveau in de leslokalen t.g.v. installaties is maximaal 30 dB. <<
	Toelichting: - Het installatiegeluidniveau L_{iA} dient te worden bepaald conform NEN 5077 of de methodiek uit BRL 8010. - Onder installaties worden mechanische voorzieningen voor luchtverversing, warmteopwekking of warmteterugwinning verstaan.	Toelichting: < <	Toelichting: << <<

Geluid	Klasse C - Voldoende	Klasse B - Goed Extra t.o.v. Klasse C	Klasse A - Uitmuntend Extra t.o.v. Klasse B
Ruimteakoestiek	De gemiddelde nagalmtijd (T_{30}) in het ingerichte leslokaal bedraagt maximaal 0,8 s.	- De gemiddelde nagalmtijd (T_{30}) in het ingerichte leslokaal bedraagt maximaal 0,6 s. - De in de 125 Hz octaafband gemeten nagalmtijd mag maximaal 30% afwijken van de gemiddelde nagalmtijd.	- De gemiddelde nagalmtijd (T_{30}) in het ingerichte leslokaal bedraagt maximaal 0,4 s. <
	Toelichting: - De gemiddelde nagalmtijd betreft de gemiddelde waarde van de nagalmtijd in de octaafbanden 250 t/m 2000 Hz. - De nagalmtijd (T_{30}) dient te worden bepaald conform de bepalingen in NEN 5077. - De nagalmtijd wordt bepaald in een volledige ingerichte ruimte waarin geen personen aanwezig zijn. Wanneer de metingen worden verricht in een oningerichte ruimte zal de nagalmtijd ca. 0,2 s hoger liggen. - Toepassing van een geluidabsorberend plafond en/of geluidabsorberende wandafwerking (in elk geval bij Klasse A en B) is noodzakelijk. De hoeveelheid van dit materiaal en de geluidabsorberende kwaliteit is afhankelijk van het gewenste ambitieniveau. - Voor de spraakverstaanbaarheid is niet alleen de nagalmtijd van belang. Hiervoor is het ook een voorwaarde dat de achtergrondgeluidniveaus ten gevolge van buitengeluid en installaties beperkt blijven tot de bij de onderdelen 'geluidwering van de gevel' en 'installatiegeluid' genoemde waarden.	Toelichting: < < < < <	Toelichting: << << << << <<
Luchtgeluidisolatie	- De luchtgeluidisolatie ($D_{nT,A}$) tussen leslokalen onderling en aangrenzende verblijfsruimten (bijv. kantoren), sanitair en technische ruimten is ten minste 39 dB. - De luchtgeluidisolatie ($D_{nT,A}$) tussen leslokalen en aangrenzende verkeersruimten en bergingen is ten minste 25 dB. - De luchtgeluidisolatie ($D_{nT,A}$) tussen een leslokaal en een leerplein is ten minste 31 dB. - Bij een tussendeur in de scheidingswand tussen twee leslokalen is de luchtgeluidisolatie ($D_{nT,A}$) ten minste 34 dB.	< < < <	- De luchtgeluidisolatie ($D_{nT,A}$) tussen leslokalen onderling en aangrenzende verblijfsruimten (bijv. kantoren), sanitair en technische ruimten is ten minste 43 dB. - De luchtgeluidisolatie ($D_{nT,A}$) tussen leslokalen en aangrenzende verkeersruimten en bergingen is ten minste 31 dB. - De luchtgeluidisolatie ($D_{nT,A}$) tussen een leslokaal en een leerplein is ten minste 34 dB. - Bij een tussendeur in de scheidingswand tussen twee leslokalen is de luchtgeluidisolatie ($D_{nT,A}$) ten minste 38 dB.
	Toelichting: Het gewogen luchtgeluidniveaunderschil ($D_{nT,A}$) dient te worden bepaald conform NEN 5077.	Toelichting: <	Toelichting: <<

Geluid	Klasse C - Voldoende	Klasse B - Goed Extra t.o.v. Klasse C	Klasse A - Uitmuntend Extra t.o.v. Klasse B
Contact- geluidisolatie	- Het gewogen contactgeluidniveau ($L_{nT,A}$) tussen leslokalen onderling en aangrenzende verblijfsruimten (bijv. leerpleinen, kantoren), sanitair en technische ruimten is ten hoogste 59 dB. - Het gewogen contactgeluidniveau ($L_{nT,A}$) tussen leslokalen en aangrenzende verkeersruimten en bergingen is ten hoogste 69 dB. - Hinderlijke trillingen van de vloer of trappen door lopen/ bewegen of muziek worden voorkomen.	< < <	- Het gewogen contactgeluidniveau ($L_{nT,A}$) tussen leslokalen onderling en aangrenzende verblijfsruimten (bijv. leerpleinen, kantoren), sanitair en technische ruimten is ten hoogste 54 dB. - Het gewogen contactgeluidniveau ($L_{nT,A}$) tussen leslokalen en aangrenzende verkeersruimten en bergingen is ten hoogste 59 dB. <<
	Toelichting: - Het gewogen contactgeluidniveau ($L_{nT,A}$) dient te worden bepaald conform NEN 5077. - Indien werkplekken op de gang zijn gesitueerd wordt deze ruimte niet als verkeersruimte, maar als verblijfsruimte aangemerkt.	Toelichting: < <	Toelichting: << <<

Kwaliteitsborging

Kwaliteits- borging	Klasse C - Voldoende	Klasse B - Goed Extra t.o.v. Klasse C	Klasse A - Uitmuntend Extra t.o.v. Klasse B
Energie			
Kwaliteitsborging	- Er is een oplevertoets waarbij gecontroleerd is dat de energiebesparende maatregelen, zoals vastgelegd in de BENG-berekening, het energielabel en/of het renovatieplan, daadwerkelijk zijn uitgevoerd. - Bij nieuwbouw of renovatie van de gevel waarbij eisen zijn gesteld aan luchtdichtheid: Voor de bouwkundige schil is een controle uitgevoerd op luchtdichtheid en thermische kwaliteit volgens NEN-ISO 21105. De luchtdoorlatendheid van de gebouwschil wordt bepaald conform NEN-EN ISO 9972.	< <	<< <<
Beheer	- Per hoofdgebruiker wordt het energiegebruik (en evt. teruglevering) apart bemeterd. - Het elektragebruik, het gasverbruik, de afname van stadswarmte en/of stadskoeling wordt per kwartier gemeten en opgeslagen, zodat deze geanalyseerd kan worden.	< - Als bij klasse C en bovendien is het ontwerp van het elektriciteitssysteem dusdanig uitgevoerd dat verschillende onderdelen; verwarmen, koelen, ventilatie, bevochtiging, verlichting, apparatuur, individueel gemeten kunnen worden.	<< - Als bij klasse B waarbij de verschillende onderdelen individueel per kwartier gemeten en opgeslagen worden.

Kwaliteits- borging	Klasse C - Voldoende	Klasse B - Goed Extra t.o.v. Klasse C	Klasse A - Uitmuntend Extra t.o.v. Klasse B
Lucht			
Kwaliteitsborging	- Er is een oplevertoets uitgevoerd waarbij vastgesteld is dat de gestelde eisen ten aanzien van de luchtkwaliteit behaald worden. In de eerste periode na ingebruikname (garantieperiode) worden bovendien metingen uitgevoerd waarmee aangetoond wordt dat de gestelde eisen ten aanzien van de CO₂-concentratie daadwerkelijk behaald worden. Zie hiervoor de Proceshandleiding. - Er wordt periodiek, systematisch onderhoud gepleegd aan de klimaatinstallaties. Het gaat hierbij om zowel technisch als hygiënisch onderhoud, conform de richtlijn Onderhoud & Beheer van Binnenklimaat Nederland of gelijkwaardig. - Leslokalen hebben een CO₂-sensor die voldoet aan de specificaties uit het Bbl, artikel 3.143 / 4.243. Dit geldt ook voor lokalen met natuurlijke luchttoevoer (toevoer via te openen ramen of gevelroosters) of mechanische ventilatiesystemen die zijn geïnstalleerd voor 1 juli 2025. De kleurcode van de signaalniveaus is afgestemd op de ontwerpwaarde van het ventilatiesysteem. - Indien er een gebouwbeheersysteem (GBS) aanwezig is, is deze voorzien van een 'history'-functionaliteit. Meetgegevens worden minimaal 12 maanden bewaard, zodat bij klachten of storingen inzicht kan worden verkregen in de situatie. Een CO₂-gestuurd ventilatiesysteem is aangesloten op dit GBS. - Bij oplevering wordt mondeling én schriftelijk een instructie gegeven over het juiste gebruik van de ventilatievoorzieningen (basisventilatie én spui ventilatie).	< < < < <	<< << << - CO₂-concentraties in de lokalen worden elke 10 minuten gemonitord via het GBS of een apart binnenmilieusensor-netwerk. Meetgegevens worden minimaal 12 maanden bewaard en jaarlijks gerapporteerd om na te gaan of wordt voldaan aan de gestelde eisen. <<
	Toelichting: - Onderhoud van de klimaatinstallaties houdt o.a. in: vervanging filters, controle werking ventilatoren, reiniging warmtewisselaar, verwarmers etc, reiniging van het inwendige van de luchtbehandelingskast, inspectie en periodieke reiniging van de luchtkanalen. - Een overzicht van CO₂-sensoren die voldoen aan de gestelde eisen is te vinden in het 'Register CO₂-meters' van Binnenklimaat Nederland.	Toelichting:	Toelichting:

Kwaliteits- borging	Klasse C - Voldoende	Klasse B - Goed Extra t.o.v. Klasse C	Klasse A - Uitmuntend Extra t.o.v. Klasse B
Temperatuur			
Kwaliteitsborging	- In de eerste periode na ingebruikname (garantieperiode) worden metingen uitgevoerd waarmee aangetoond wordt dat de gestelde eisen ten aanzien van temperatuur daadwerkelijk behaald worden. Zie hiervoor de Proceshandleiding. - Er wordt periodiek, systematisch onderhoud gepleegd aan de klimaatinstallaties. Het gaat hierbij om zowel technisch als hygiënisch onderhoud, conform de richtlijn Onderhoud & Beheer van Binnenklimaat Nederland of gelijkwaardig. - Indien er een gebouwbeheersysteem (GBS) aanwezig is, is deze voorzien van een 'history'-functionaliteit. Meetgegevens worden minimaal 12 maanden bewaard, zodat bij klachten of storingen inzicht kan worden verkregen in de situatie. - Bij oplevering wordt mondeling én schriftelijk een instructie gegeven over het juiste gebruik van de beïnvloedingsmogelijkheden voor de temperatuur.	< < < <	<< << - De uurgemiddelde waarden van de luchttemperatuur in de lokalen, temperatuurinstelling, en de luchtinblaasttemperatuur (bij mechanische ventilatie) worden gemonitord via het GBS of een apart binnenmilieusensornetwerk. Meetgegevens worden minimaal 12 maanden bewaard en jaarlijks gerapporteerd om na te gaan of wordt voldaan aan de gestelde eisen. <<
Licht			
Kwaliteitsborging	- Er is een oplevertoets uitgevoerd waarbij vastgesteld is dat de gestelde eisen ten aanzien van licht daadwerkelijk behaald worden. Zie hiervoor de Proceshandleiding. - Bij oplevering wordt mondeling én schriftelijk een instructie gegeven over het juiste gebruik van de verlichting en helderheidswering.	< <	<< <<
Geluid			
Kwaliteitsborging	Er is een oplevertoets uitgevoerd waarbij vastgesteld is dat de gestelde eisen ten aanzien van geluid daadwerkelijk behaald worden. Zie hiervoor de Proceshandleiding.	<	<<

Achtergronden

Energie

Energieprestatie

De energiezuinigheid van nieuw te bouwen gebouwen moet worden bepaald overeenkomstig het Besluit Bouwwerken Leefomgeving (Bbl). Daarvoor is in het Bbl een bepalingmethode voorgeschreven. Daarbij zijn de BENG-eisen van kracht (Bijna Energie Neutrale Gebouwen), vastgelegd in de NTA 8800. Voor Frisse Scholen klasse A of B wordt een bovenwettelijke prestatie vereist, uitgedrukt in een percentage verbetering. De eisen voor bestaande gebouwen bestaan uit een eis ten aanzien van het energielabel en (deel)eisen ten aanzien van de volgende gebouwaspecten:

- Isolatie van de gebouwschil (inclusief luchtdoorlatendheid van de gebouwschil)
- Energie-efficiëntie ventilatie
- Energie-efficiëntie verwarming
- Energie-efficiëntie koeling
- Energie-efficiëntie verlichting
- Het aandeel duurzame energie dat op de locatie wordt opgewekt.

Dit betreft voor bestaande bouw dus eisen op element- of maatregeleniveau. Integrale eisen, zoals BENG of energielabels genieten de voorkeur maar zijn niet toepasbaar wanneer het ingreepniveau beperkt is. Daarom is er in dit PvE Frisse Scholen voor gekozen om ook eisen te stellen aan specifieke elementen, met als doel om voor de elementen die wel worden aangepakt de toekomstwaarde te vergroten.

Isolatie van de gebouwschil

Het PvE Frisse Scholen geeft eisen voor bestaande gebouwen voor de thermische isolatie van de gevel, begane grondvloer en het dak. Deze wordt uitgedrukt in een warmteweerstand R_c . De R_c -waarde dient te worden bepaald volgens NTA 8800. Daarnaast is een minimumeis opgenomen voor de thermische kwaliteit van beglazing, uitgedrukt in een U-waarde. De luchtdoorlatendheid van de gebouwschil is bepalend voor de hoeveelheid onbedoelde ventilatie (tocht) en daarmee voor een belangrijk deel voor het warmteverlies. Door de luchtdoorlatendheid te beperken en dit te controleren met een luchtdoorlatendheidsmeting is er veel winst te behalen. Ook kunnen tochtklachten hiermee worden beperkt.

Energiezuinige ventilatie

Door ventilatie verdwijnt altijd wat warmte uit een gebouw. In het stookseizoen is dit natuurlijk ongunstig. Door middel van warmterugwinning kan dit warmteverlies worden beperkt. Warmte uit de gebruikte afvoerlucht wordt dan overgedragen aan de verse buitenlucht zonder dat de luchtstromen met elkaar in aanraking komen. De verse buitenlucht wordt op deze manier voorverwarmd, zodat er ook voldoende ventilatie blijft plaatsvinden. Deze eis is alleen van toepassing bij een ventilatiesysteem met mechanische toevoer.

In een gebouw kan ook energie worden bespaard door alleen te ventileren wanneer dit ook echt nodig is. Dit geldt zowel voor ventilatiesystemen met mechanische als natuurlijke toevoer.

Energiezuinige verwarming

In het PvE wordt aangegeven hoe opwekking en distributie van warmte op een efficiënte en duurzame manier kan worden gerealiseerd. In een gebouw kan het energiegebruik worden beperkt door alleen te verwarmen wanneer dit nodig is. De regeling van de verwarming draagt bovendien bij aan een verhoging van het comfort.

Energiezuinige koeling

Bij energiezuinige koeling gaat het primair om het voorkomen van opwarming van het gebouw. Enerzijds door warmte van buiten, anderzijds door warmteproductie binnen te beperken. Gezien de eisen bij thermisch comfort is dit echter niet altijd mogelijk. Wanneer toch extra koeling noodzakelijk is, dient een zo efficiënt en energiezuinig mogelijk koelsysteem te worden toegepast. Nachtkoeling is voor het koelen van het gebouw een belangrijke energiezuinige basismaatregel.

Energiezuinige verlichting

In een gebouw kan het energiegebruik worden beperkt door optimaal gebruik te maken van daglicht, kunstlicht niet onnodig te laten branden en te kiezen voor een energiezuinige lichtbron.

Duurzame energie

Duurzame energieopwekking op locatie kan door middel van zonne-energie, bodemwarmte, windenergie enzovoorts. Zowel voor nieuwe als voor bestaande gebouwen geldt dat de mogelijkheden voor opwekking van duurzame energie op zijn minst onderzocht dienen te worden, met toepassing van alle rendabele mogelijkheden. Voor klasse B en A kunnen hogere ambities worden gehanteerd.

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 ventilatiedebiet.

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 ventilatiedebiet is te bepalen via de uitgangpunten 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 van 1,0.

Let op! De Klasse C-eis van het PvE Frisse Scholen ligt beneden de wettelijke eis voor nieuwbouw (Bbl, artikel 4.122) 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 spuiventilatievoorzieningen (meestal te openen ramen) aanwezig te zijn in de lokalen. Spuiventilatie is noodzakelijk 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').

In het PvE Frisse Scholen zijn eisen opgenomen voor de capaciteit van spuivoorzieningen in de lokalen. Deze 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 scholen met mechanische luchttoevoer 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 slijmvlies-irritaties worden voorkomen.

Uitgangspunt bij het PvE Frisse Scholen is dat het ventilatiesysteem de kwaliteit van de toevoerlucht niet negatief mag beïnvloeden. Ontwerpaspecten die hierbij een rol spelen zijn recirculatie (opnieuw toevoeren van retourlucht, waarbij luchtuitwisseling tussen verschillende verblijfsruimten ontstaat), overdracht van verontreinigingen via het warmtewiel (o.a. door luchtlekken, ad-/desorptie en vochtoverdracht) en verdunning van afvoerlucht en rookgassen.

Ook verontreiniging van luchtbehandelingssystemen (denk aan vervuiling van luchttoevoerkanalen) is een belangrijke oorzaak is van klachten over 'droge lucht'. Daarom zijn in het PvE eisen opgenomen over hygiënisch onderhoud en het schoon opleveren van de installaties. Zie verder ook de richtlijnen in de publicatie [Reinheid luchtbehandeling- en ventilatiesystemen](#) van NVRL.

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 stelt aanvullende eisen voor scholen op belaste locaties (nabij drukke wegen en/of veehouderijen). Hiervoor worden de [richtlijnen van de GGD](#) gehanteerd. 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.

¹ De ventilatie-effectiviteit zegt iets over de doorspoeling van de ruimte. Het is de verhouding tussen de vervuilingsgraad van de afgezogen lucht en de vervuilingsgraad 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.

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 interieurmateriaal 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 daarom 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 schoonmaakk bewust ontwerpen van schoolgebouwen met het oog op de luchtkwaliteit. Zie voor meer ontwerprijrichtlijnen de publicatie 'Naar een schone school' van de Vereniging Schoonmaak Research (VSR) en de Ondernemersorganisatie Schoonmaak- en Bedrijfsdiensten (OSB).

Toiletten

Toiletten worden op scholen intensief gebruikt. In het PvE Frisse Scholen zijn enkele praktische richtlijnen gegeven om geuroverlast van toiletten te beperken 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

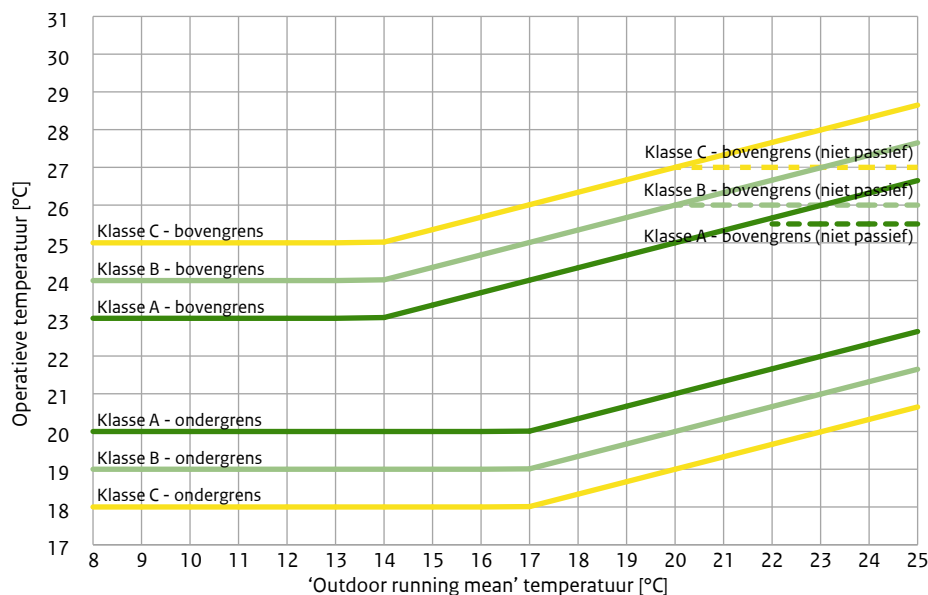
Blootstelling aan asbest dient te worden voorkomen. Bij verbouw of renovatie van schoolgebouwen dient hier rekening mee te worden gehouden en moet asbest worden geïnventariseerd en eventueel verwijderd.

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.

Temperatuur

Operatieve temperatuur winter en zomer

Onderzoek wijst uit dat (leer)prestaties het hoogst zijn als mensen zich behaaglijk voelen, al kan afhankelijke van de aard van de activiteiten een iets warmere of juist een iets koelere omgeving beter zijn. Eisen uit het PvE Frisse Scholen voor de operatieve temperatuur zijn daarom gebaseerd op eisen die zijn beschreven in internationale normen en richtlijnen voor thermisch comfort, 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, 2019²). Door verschillen in metabolisme, temperatuur-adaptatie 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 delen (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 temperatuureis 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:

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

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.

² Singh, M. K., Ooka, R., Rijal, H. B., Kumar, S., Kumar, A., & Mahapatra, S. (2019). Progress in thermal comfort studies in classrooms over last 50 years and way forward. Energy and Buildings.

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

Een RMOT van 20°C is vergelijkbaar met een week met zomerse dagen, met een maximale buiten-temperaturen 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. Hierbij mag voor vakantieperioden worden gecorrigeerd als het gebouw op die momenten niet gebruikt wordt voor andere doeleinden. De grenswaarden uit het PvE Frisse Scholen zijn standaard opgenomen in gangbare software voor temperatuuroverschrijdings(TO-) berekeningen, zoals Vabi Elements Gebouwsimulatie. Bij TO-berekeningen dienen de referentie-klimaatgegevens met 1% overschrijdingskans te worden aangehouden, zoals beschreven in de meest recente versie van de norm NEN 5060.

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 spuiventilatievoorzieningen voor ventilatieve koeling is het belangrijk dat er meerdere te openen delen 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.

Voor verdere optimalisatie is het belangrijk dat de te openen delen regenwerend, inbraakwerend (als bereikbaar) en eventueel insectenwerend zijn. Ook kunnen spuivoorzieningen worden uitgevoerd met een automatische regeling voor ventilatieve koeling, bijvoorbeeld gedurende de nacht.

Tocht

Eisen ter voorkoming van tochtthinder 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.

Licht

Kunstlicht

Een goed visueel comfort door kunstlicht is niet alleen afhankelijk van de verlichtingssterkte, maar ook van onder andere de gelijkmatigheid van de verlichting, de lichtkleur, kleurweergave en het risico op verblinding. Het PvE Frisse Scholen houdt rekening met al deze aspecten, aansluitend bij de bepalingen in de norm NEN-EN 12464-1 en de nieuwste inzichten als het gaat om ledverlichting.

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 de daglichttoetreding streven we ernaar dat een bepaalde verlichtingssterkte overdag (50% van de daglichttijd) kan worden gerealiseerd zonder gebruik van kunstlicht. Hiervoor zijn in de internationale norm NEN-EN 17037 bijbehorende waarden voor de daglichtfactor (de verhouding tussen de hoeveelheid daglicht buiten en op een bepaald punt binnen) afgeleid. De klasse B-eisen van Frisse Scholen resulteren in een verlichtingssterkte van 300 lux ten gevolge van daglicht bij een bewolkte hemel. De alternatieve 'methode 2' uit de norm NEN-EN 17037 staat toe dat ook het effect van zonlicht wordt meegeteld om de gewenste verlichtingssterkte te realiseren. Hiermee kan op zonbelaste gevels worden volstaan met kleinere daglichtopeningen, wat een gunstig effect kan hebben op het thermisch comfort (oververhitting). Hiervoor moet rekening gehouden worden met de effecten van het gebruik van beweegbare zonwering. Om deze methodiek toe te passen wordt een dynamische simulatie (uurlijkse waarden) van de daglichtsituatie gevraagd op basis van klimaatdata.

Verblinding

Om hinderlijke contrasten en reflecties van licht te voorkomen en zo een goed visueel comfort en een optimale leesbaarheid van smartboards te realiseren is helderheidswering (ook wel lichtwering genoemd) in scholen onmisbaar. Dit geldt niet alleen voor zonbelaste gevels, maar bijv. ook aan de noordzijde. Functionele eisen voor zonwering en helderheidswering verschillen, maar om kosten te besparen is het vaak mogelijk om beide functies te combineren in één oplossing (bijv. screens aan de buitenzijde van het raam).

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 helderheidswering.

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 Bbl. 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.

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 Bbl 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 achtergrond-geluidniveaus 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 rijkshuisvesting' 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 muzieklokalen, 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.

Invulformulier ambitieprofiel

Naam school	
Vestigingsadres	
Datum	

In de onderstaande tabel kunt u het ambitieprofiel voor uw school vastleggen. U bepaalt zelf welke eisen u opneemt in het PvE van uw school en op welk ambitieniveau. Niet voor alle aspecten zijn aparte eisen voor Kasse A, B en C. In dat geval zijn de vakjes samengevoegd.

	Klasse C - Voldoende	Klasse B - Goed	Klasse A - Uitmuntend
Energie			
Energieprestatie			
Verduurzaming energiegebruik*			
Thermische isolatie gebouwschil*			
Energie-efficiëntie ventilatie*			
Energie-efficiëntie verwarming*			
Energie-efficiëntie koeling*			
Energie-efficiëntie verlichting*			

Lucht			
Luchtverversing**			
Spuiventilatie			
Ruimtevolume			
Kwaliteit van toevoerlucht			
Fijnstof			
Emissies van materialen			
Emissies van apparatuur			
Schoonmaakbaarheid			
Toiletten			
Legionella			
Asbest*			

* Alleen van toepassing bij bestaande bouw
** Bij nieuwbouw minimaal Klasse B

	Klasse C - Voldoende	Klasse B - Goed	Klasse A - Uitmuntend
Temperatuur			
Temperatuur winter			
Temperatuur zomer			
Individuele beïnvloeding			
Ventilatieve koeling			
Tocht			
Lokaal thermisch discomfort			

Licht			
Kunstlicht*			
Daglicht			
Verblinding			
Individuele beïnvloeding			

Geluid			
Geluidwering van de gevel			
Installatiegeluid			
Ruimteakoestiek			
Luchtgeluidisolatie			
Contactisolatie			

Kwaliteitsborging			
Energie			
Lucht			
Temperatuur			
Licht			
Geluid			

Bijlagen

Circulariteit

Het PvE Frisse Scholen geeft eisen om een voldoende gezond, comfortabel en (leer)prestatie-bevorderend onderwijsgebouw te maken met aandacht voor het energiegebruik tijdens de gebruiksfase. De eisen die in de kerntabellen van dit document gepresenteerd worden kunnen er echter toe leiden dat er een overfocus komt te liggen op alleen de ‘mens-effecten’. Milieueffecten worden weliswaar deels meegenomen, door eisen aan het energiegebruik tijdens de gebruiksfase te stellen (zie het hoofdstuk ‘Achtergronden Energie’). Er is echter geen aandacht voor de milieueffecten gekoppeld aan het gebruik van materialen ten behoeve van installaties en bijvoorbeeld gevelcomponenten die ingezet worden om het binnenmilieu en de energieprestaties te optimaliseren. Anno 2025 is het noodzakelijk (o.a. in verband nieuw overheidsbeleid, vastgelegd in het Nationale Programma Circulaire Economie, NPCE) om bij renovatie- en nieuwbouwprojecten van scholen ook systematisch aandacht te besteden aan milieu-impact van bouw- en installatiematerialen en de restwaarde van het gebouw. Vandaar dat we in deze bijlage wat verder ingaan op het deelonderwerp onderwijshuisvesting, grondstofgebruik en circulariteit.

Circulaire ontwerpstrategieën

Als er beslissingen genomen moeten worden over grondstof-efficiënt bouwen, beheren en slopen van schoolgebouwen dan kun je rekenen aan de totale milieu-impact van verschillende huisvestingsvarianten. Hierbij kan in principe gebruik gemaakt worden van speciale MPG-rekensoftware (zie het aparte kader voor een verdere uitleg van het fenomeen MPG). Dit is relatief complex, schakel hier bij voorkeur een specialist voor in, bv. werkzaam bij een ingenieursbureau.

Soms wordt in deze context gewerkt met rekentools die alleen kijken naar het aspect ‘embodied energy’ oftewel tools waarmee de CO₂-uitstoot die gepaard ging met de productie van de bouwcomponenten ingeschat kan worden. Meerdere architectenbureaus en ingenieursbureaus beschikken over dergelijke tools waarmee circulariteits-scores van verschillende ontwerp-oplossingen zijn te bepalen in lijn met de rekenmethodieken beschreven in relevante ISO en EN normen.

Gedurende de startfase van een project (renovatie of nieuwbouw) heeft het vaak nog geen zin om in detail te gaan rekenen aan duurzaamheidsprestaties en ‘circulariteitscores’. Wel is het zinvol om op dat moment al wel in te zetten op een paar algemene strategieën waarvan bekend is dat ze sowieso leiden tot een meer circulair (her)ontwerp. Ook is het aan te bevelen om van het begin af aan in te zetten op concrete eisen en om het overall proces zo in te richten dat circulariteit gewaarborgd is in elk ontwerp- en uitvoeringsstadium.

Rekenen aan milieu-impact en circulariteit met MPG

Ieder gebouw bestaat uit bouwproducten. Van ieder product is (minimaal op hoofdlijnen) bekend welke effecten dat product heeft op het milieu, van het delven van de grondstoffen tot aan de sloop van een gebouw. Deze effecten worden bepaald met behulp van een zogenaamde Life Cycle Assessment (LCA). Om individuele bouwproducten met elkaar te kunnen vergelijken, worden verschillende milieueffecten gewogen en bij elkaar opgeteld tot een zogenaamde schaduwprijs die voor elk product apart bepaald wordt. We spreken in dat verband van de Milieukosten Indicator (MKI): een theoretische budget dat nodig is om de milieuschade af te dekken die gepaard gaat met het vervaardigen, installeren, demonteren etc. van dat product. De schaduw prijzen van alle producten in een gebouw tezamen worden bij elkaar opgeteld en gedeeld door het bruto vloeroppervlak van het gebouw. Dit resulteert in de zogenaamde MPG-score (MPG staat voor Milieu Prestatie Gebouw). Hoe lager de MPG-score, hoe minder effect het gebouw op het milieu heeft en des te meer het gebouw als circulair gelabeld kan worden. Let op: milieu-impact gekoppeld aan energiegebruik tijdens de gebruiksfase worden hierbij expliciet niet meegenomen; het gaat puur om effecten gekoppeld aan de vervaardiging en bv. het onderhoud van het totale stelsel aan materialen.

De MPG-waarde heeft onder meer een plek in het Bbl nieuwbouw (Bbl = Besluit bouwwerken leefomgeving). Op het moment van schrijven van dit document is alleen sprake van een verplichte MPG-eis voor woongebouwen en kantoren, de verwachting is dat op niet al te lange termijn ook sprake gaat zijn van een specifieke eis voor onderwijsgebouwen. Dat laatste, al dan niet gekoppeld aan ontwikkelingen rond het EPBD IV dossier (EPBD = Energy Performance of Buildings Directive). Voor meer informatie over MPG-eisen en het rekenen aan milieuprestaties van gebouwen, zie verder bijvoorbeeld [Milieuprestatie van bouwwerken](#) | Stichting NMD

Er is bewust voor gekozen om in deze versie van het PvE Frisse Scholen nog niet te kiezen voor uitgewerkte circulariteits-eisen op klasse A, B, C niveau. In plaats daarvan omschrijven we een aantal meer algemene circulaire strategieën waarvan bekend is dat ze normaliter tot vermindering van de materiaal milieu-impact leiden en ook een verlaging van de MPG score:

- Bouw en verbouw met mate en bereid voor op toekomstige veranderingen. Vermijd onnodige ingrepen en probeer het maximale uit bestaande gebouwen te halen. Hergebruik van bestaande gebouwen en gebouwcomponenten is de meest duurzame oplossing. Deels slopen van bestaande bouw en bv. hergebruik van het casco is vaak ook een goede optie (de materialen ten behoeve van het casco zorgen procentueel voor de meeste milieu-impact). Bij nieuwbouw geldt dat het een duidelijk voordeel heeft als het casco verschillende functies aan kan in de toekomst zodat er niet gelijk tot totale sloop overgegaan hoeft te worden als bv. een voormalig schoolgebouw in een woongebouw verandert moet worden.

- Zet in op efficiëntie en zorg voor adaptief vermogen. Vermijd overdimensionering, met name daar waar het gaat om componenten met een relatief korte levensduur (bv. installaties). Gaat het om bv. ruimtelijke keuzes dan is het zo dat het vaak juist meer efficiënt is (op de lange termijn) om in te zetten op enige overmaat; denk bv. aan een wat hogere verdiepingshoogte); dat leidt tot een adaptiever en meer flexibel gebouw dat daardoor weer langer meegaat.
- Kies voor simpele, passieve maatregelen waar mogelijk. Traditioneel wordt er vaak voor complexe installatietechnische oplossingen gekozen als het gaat om het voldoen aan binnenklimaat-eisen. Men kan bijvoorbeeld inzetten op veel glas op het zuiden en een oversized koelsysteem om het 's zomers enigszins behaaglijk te houden. Zet men daarentegen in op een uit bouwfysisch oogpunt optimaal gevelontwerp dan kan oververhitting op een veel materiaal- en energie-efficiëntere manier voorkomen worden. Een alternatieve aanpak betekent bv. dat gewerkt wordt met overstekken op het Zuiden, de integratie van buitenzonwering in de gevel op het Oosten en Westen en er verder is voorzien in bv. goede spuiventilatievoorzieningen die ook geschikt zijn voor 'zomernachtventilatie'.
- Geef voorrang aan materialen met een lage koolstofvoetafdruk (laag gehalte 'embodied energy' dan wel een hoge mate van 'embodied carbon'). Denk in dit verband bijvoorbeeld aan biobased materialen (o.a. hout, hennep), gerecyclede materialen of aan hergebruik van materialen afkomstig uit donorgebouwen. Indien op deelgebieden toch gewerkt wordt met materialen met een hoge koolstofvoetafdruk (denk bv. aan metaal-intensieve componenten): zorg dat deze zo toegepast worden dat ze lang meegaan, of ze in zijn geheel in de toekomst elders kunnen worden hergebruikt.
- Zet in op bouwmethoden met een relatief lage koolstofuitstoot die zo zijn geoptimaliseerd dat de hoeveelheid restafval minimaal is. Voorbeelden daarvan zijn te vinden in de hoek van modulaire constructie en prefabricatie. Belangrijk in dit verband is verder dat zoveel mogelijk ingezet wordt op demontabel en remontabel bouwen zodat het eenvoudiger wordt om op het einde van de levensduur van het gebouw bepaalde componenten eenvoudig elders weer ingezet kunnen worden. Stel waar mogelijk concrete eisen ten aanzien van bv. de losmaakbaarheid van componenten en systemen.
- Maak ontwerpbeslissingen op basis van levensduur denken. Vermijd een overfocus op eenmalige investeringskosten en kies voor een life cycle-kosten benadering waarbij rekening gehouden wordt met het feit dat sommige oplossingen veel onderhoudsarter, energiezuiniger en robuuster zijn dan andere oplossingen (en dus goedkoper en duurzamer op de lange termijn). Dit geldt niet alleen in het VO-stadium maar bv. ook later in het ontwerptraject (DO/TO-fases).

R-ladder

De zogenaamde R-ladder (zie figuur) is een handig instrument bij het op maat formuleren van circulariteitsmaatregelen. De R-ladder geeft de mate van circulariteit aan van verschillende strategieën waar men uit kan kiezen. Er bestaan verschillende versies van de R-ladder, met een wisselend aantal 'tredes'.

Het idee is dat je altijd begint met onderzoeken of je in kunt zetten op een strategie in lijn met 'R1 refuse en rethink', als dat niet lukt zak je 1 niveau lager en kijk je of er met een 'R2 reduce' aanpak een goed oplossing is te vinden. Etcetera.

Strategieën die zich hoger op de ladder bevinden, besparen meer grondstoffen. En vice versa.



R-ladder met 6 tredes uit (R1 t/m R6) die door de Nederlandse overheid gehanteerd wordt (bron: [RVO website](https://www.rvo.nl/nl/circulariteit)). Strategie R6 wordt bij voorkeur vermeden bij een echt circulair project.

Hieronder leggen we de 5 belangrijkste strategieën uit de figuur verder uit:

R1. Refuse en Rethink (afwijzen en heroverwegen)

Deze strategie houdt in dat men afstapt van oplossingen die men eigenlijk niet nodig heeft. Voorbeeld: de geplande nieuwbouw van een gymzaal wordt afgelast omdat blijkt dat het mogelijk is om overdag, door de week, een nabij gelegen zaal van een sportvereniging te huren gedurende de komende 10 jaar.

R2. Reduce (verminderen)

Deze strategie houdt in dat producten efficiënter geproduceerd worden c.q. er gebruik wordt gemaakt van efficiënt geproduceerde componenten. Voorbeeld: er wordt gekozen voor vloerbedekking uit een nabij gelegen fabriek (= relatief weinig impact t.g.v. vervoer) waar gewerkt wordt met een zero-waste beleid.

R3. Re-use (hergebruiken)

Hierbij gaat het om systematisch hergebruiken van afgedankte maar nog goede producten, in dezelfde functie. Voorbeeld: bij een renovatie gericht op o.a. het verbeteren van het binnenklimaat worden de bestaande radiatoren hergebruikt.

R4. Repair, Refurbish, Remanufacture en Repurpose (repareren, opknappen, reviseren en hergebruiken)

Het betreft dan strategieën die uitgaan van herstel en revisie van producten die al (vaak elders) een functie hebben vervuld. Een en ander opdat de levensduur verlengd wordt. Voorbeeld: gebruik van een gereviseerde luchtbehandelingskast uit een donor gebouw in plaats van aanschaf van een nieuwe.

R5. Recycling

Hierbij gaat het erom dat oude materialen verwerkt worden tot grondstoffen met meestal een mindere kwaliteit dan de oorspronkelijke grondstof. Voorbeeld: tegels op het speelplein gemaakt van omgesmolten PET-flessen.

Voorbeeld (ontwerp)maatregelen

Een aantal voorbeelden van concrete circulaire maatregelen die men kan nemen bij een renovatie- of nieuwbouwtraject zijn samengevat in de volgende tabel. We hebben hierbij zoveel mogelijk een indeling gevolgd die in lijn is met het model van Brand voor circulariteit in de bouw.

De maatregelen zijn bewust als vrij generiek gepresenteerd en de lijst is zeker niet alles omvattend. Diverse partijen zijn bezig met het opstellen van meer kwantitatieve richtlijnen die aantoonbaar leiden tot schoolgebouwen die bovengemiddeld goed scoren op het aspect circulariteit.

De verwachting is dat dergelijke richtlijnen in de loop van 2026 gereed zullen zijn. Hieronder alvast een voorproefje in dat verband waarmee in circulariteit geïnteresseerde bouwers, gemeenten, schoolbesturen, leerkrachten, architecten en adviseurs alvast hun voordeel kunnen doen.

Component	Voorbeeld-maatregel	Toelichting
Constructie, algemeen	Maak zoveel mogelijk gebruik van bestaande materialen (hergebruik) dan wel biobased materialen zoals hout; gebruik beton bij voorkeur met mate.	De koolstofvoetafdruk van bv. hout (CLT) en vergelijkbare bio-based materialen is beduidend lager dan die van beton of steenachtige materialen; dit geldt zeker voor in Europa geproduceerd hout.
Gevel	Voer de binnenzijde van de gevel uit in een zo licht mogelijk materiaal* (denk aan houtskeletbouw) en kies ten aanzien van de buitenzijde bij voorkeur voor een onderhouds-arme, meer robuuste oplossing. Denk bv. aan hergebruikte bakstenen, hergebruikt natuursteen, of duurzaam geproduceerde bakstenen. Kies bij voorkeur voor metselwerk op basis van kalkmortel. * soms is uit oogpunt van warmteaccumulatie of bv. geluidwering een lichte gevel niet goed mogelijk	Hoe lichter de gevel in gewicht hoe minder impact. Biobased oplossingen hebben t.a.v. het binnendeel vaak de voorkeur. Onderhoudbaarheid is een belangrijk punt t.a.v. de gevelafwerking buiten. Een gevel die mooi oud wordt, weinig onderhoud vraagt en lang mee gaat is gunstig. Metselen met kalkmortel zorgt ervoor dat de stenen later weer los te maken zijn van elkaar; en dus hergebruikt kunnen worden.
Beglazing	Beperk waar mogelijk, vanuit circulariteits-oogpunt, het gebruik van glas. Of kies voor hergebruik van bestaande beglazing al dan niet met een toevoeging (bv. voorztraam, luiken). Zorg tegelijkertijd wel voor voldoende daglicht-toetreding.	Glas maken is relatief energie-intensief. Triple glas zorgt voor de toename van glasgebruik en is uit circulariteitsoogpunt niet altijd optimaal. HR++ glas en zeker vacuümglas (relatief dun) is in dit verband vaak een goed alternatief.
Dak	Kies waar mogelijk voor een licht dak (bv. uitgaande van een houten constructie) en niet bv. voor een betonnen dakconstructie.* Wat betreft de dakbedekking: kies bv. voor EPDM voor een platdak, en niet voor bitumen. *soms is een lichte dakconstructie niet goed mogelijk i.v.m. geluidseisen of vanwege warmteaccumulatie eisen.	Het gewicht van een gebouw is vaak een goede indicatie voor de totale milieu-impact. Een zwaarder gebouw heeft ook een zwaardere fundering en dus ondergronds nog meer materiaalgebruik (meestal beton).

Component	Voorbeeld-maatregel	Toelichting
Binnenwanden	Binnenwanden zijn bij voorkeur eenvoudig verplaatsbaar & herbruikbaar. Alternatief is biobased binnenwanden (denk bv. aan houtskeletbouw).	Onderwijsgebouwen beschikken idealiter over inbouwpakketten die relatief simpel op veranderende onderwijsvisies kunnen reageren. Binnenwanden moeten dan relatief eenvoudig verplaatst kunnen worden dan wel verwijderd.
Vloerbedekking	Vloerbedekking is eenvoudig los te maken, bv. doordat e.e.a. niet verlijmd is. Indien mogelijk: kies voor een vloerbedekking op basis van biobased materiaal.	Vloerafwerking die verlijmd wordt is niet goed te hergebruiken; daarbij leidt verwijderen van e.e.a. soms tot schade aan de ondervloer.
Plafonds	Plafonds zijn zoveel mogelijk herbruikbaar en kunnen worden gerecycled. Verder zijn ze bij voorkeur opgebouwd uit biobased materialen.	Plafonds zijn vaak modulair opgebouwd maar worden nog weinig teruggenomen door de fabrikanten. Bij nieuwe plafonds kan men overwegen voorrang te geven aan leveranciers die wel al met refurbishment bezig zijn.
Verwarming algemeen	Zet in op een goede thermische (na) isolatie van gevels, begane grond vloeren en daken; e.e.a. opdat installatie van 'overcapaciteit' aan verwarming voorkomen kan worden.	Het centrale idee is dat gekozen wordt voor een 'trias energetica insteek' waarbij het beperken van de warmtevraag 's winters centraal staat; met als gevolg dat het geïnstalleerd verwarmingsvermogen beperkt kan zijn (= kleinere, lichtere verwarmingstoestellen).
Koeling algemeen	Kies voor een installatie-arme insteek waar mogelijk; vermijdt oververhitting door in te zetten op bv. buitenzonwering, goede mogelijkheden voor dwarsventilatie en plafondventilatoren; en dus niet op actieve koelsystemen.	Thermisch comfort in de zomer kan vaak ook prima gewaarborgd worden door bv. zonnewarmte buiten te houden m.b.v. zonweringssystemen en door in te zetten op (al dan niet kunstmatig) verhoogde lichtsnelheden in de verblijfszones (bv. middels plafondventilatoren of ramen in tegenover elkaar gelegen gevels die tegen elkaar opengezet worden).

Component	Voorbeeld-maatregel	Toelichting
Warmte/koude-opwekking	Maak gebruik van warmtepompen die functioneren op basis van biologisch afbreekbare warmteoverdrachts-vloeistoffen ('koudemiddelen').	Natuurlijke vloeistoffen voor warmte-overdracht hebben een veel lagere milieu-impact dan traditionele vloeistoffen en hebben (in tegenstelling tot traditionele 'koudemiddelen') slechts een zeer beperkt broeikas effect bij lekkage naar de omgevingslucht (iets dat onvermijdelijk is, systemen lekken altijd een beetje).
Afgiftesystemen (verwarming, koeling)	Kies voor afgiftesystemen (denk aan convectoren, inblaasroosters, klimaatplafonds etc.) die losmaakbaar zijn aangebracht en die bij voorkeur deels gerecycled zijn.	De milieu-impact van afgiftesystemen is o.a. te beperken door in te zetten op hergebruik van afgiftesystemen afkomstig uit donor-gebouwen.
Ventilatie algemeen	Kies waar mogelijk voor een lowtech natuurlijk of hybride ventilatieconcept.	Kiezen voor een (al dan niet deels) natuurlijk ventilatieconcept betekent dat minder materiaal nodig is voor bijv. (toevoer- en/of afvoer)kanalen, regelkleppen en dergelijke. Opmerking: in klaslokalen is dit vaak lastig te realiseren, omdat daar vanwege de hoge bezetting vaak veel luchttoevoer nodig is.
Regeling klimaatinstallaties	Zet in op vraaggestuurde regeling van verwarming, koeling en ventilatie. Gebruik maken van bv. thermostatische regelingen en CO ₂ -sturing.	Door gebruik te maken van vraag-gestuurde regelingen wordt bereikt dat de hoeveelheid warmtetoevoer, -afvoer en verse luchttoevoer altijd in balans is met het momentane gebruik en bv. de bezettingsgraad.
Luchtbehandelings-kasten (LBK's)	In het geval van een centraal, mechanisch ventilatiesysteem: vermijd waar mogelijk buitenopstellingen van LBK's.	Door voor een binnenopstelling te kiezen wordt automatisch de levensduur verlengd. Daarbij kan bv. onderhoud efficiënter en veiliger worden uitgevoerd.
Luchtkanalen	Zo veel mogelijk vermijden van ingestorte luchtkanalen.	Ingestorte luchtkanalen zijn per definitie niet losmaakbaar en worden dus bij voorkeur vermeden om toekomstig hergebruik van kanaaldelen mogelijk te maken.

Component	Voorbeeld-maatregel	Toelichting
Hemelwaterafvoer-systemen	Toepassen van zink, loodslabben en koperen dakplaten is niet toegestaan.	Eenzijds vanwege de milieubelasting bij winning van de genoemde materialen (er zijn alternatieven beschikbaar die beter scoren); anderzijds vanwege de toxiciteit / risico op bodem en waterverontreiniging als gevolg van uitspoeling.
PV-panelen	Waar mogelijk wordt gewerkt met gerefurbished PV-panelen gewerkt (bijv. uit een donor-gebouw); vermijdt verder elektrische energie-opslagsystemen (batterijpakketten) tenzij dit absoluut onvermijdelijk is.	PV panelen uit oude panden functioneren vaak nog prima; PV panelen hebben een relatief hoog aandeel 'embodied energy', belangrijk dus dat de levensduur waar mogelijk opgerekt wordt (mits veilig); gebruik van energie-opslagsystemen leidt tot intensief gebruik van aardmetaal intensieve systemen, voorkom waar mogelijk het gebruik hiervan en zet in (bij piekomenten opbrengst) op terug leveren aan het stroom net.
Bekabeling	Zorg voor bekabeling met isolatie- en mantelmateriaal dat halogeen-/PVC-vrij is; maak verder zoveel mogelijk gebruik van stekkerbare verbindingen.	Halogenen en PVC leiden tot verhoogde milieu-impact. Het is toxisch en aanwezigheid ervan leidt bij brand tot extra gevaarlijke situaties. Voordeel van stekker vrije verbindingen gebruiken is dat hergebruik na einde levensduur gebouw eenvoudiger is te realiseren.
Kabelgoten, verlichtingsarmaturen, etc.	Een substantieel aandeel van het volume aan kabelgoten, verlichtingsarmaturen en vergelijkbare e-componenten bestaat uit hergebruikt materiaal.	Door in te zetten op hergebruik en tweedehands materiaal uit donor-gebouw kan een aanzienlijke milieubesparing gerealiseerd worden.

De genoemde strategieën zullen gedurende de diverse project-fases vertaald moeten worden in concreet te behalen resultaten en maatregelen. Hieronder ter afsluiting nog een paar suggesties van acties die per fase nodig zijn om te zorgen dat gekozen strategieën leiden tot een meer circulair gebouw:

- PvE fase: vastleggen van de te hanteren strategieën;
- SO: doelen formuleren voor milieu-impact en afval (bouwplaats); en ook vaststellen van te hanteren rekenmethodiek (MPG, CO₂, % biobased etc);
- VO: uitvoeren variantenstudie en herijken doelstellingen waar nodig; eventueel voorstellen maatregelen tot optimalisatie;

- DO: verrichten van indicatieve berekeningen op vergunningsniveau;
- TO: maken van gedetailleerdere berekeningen, specificeren van materialen in bv. een concept-materiaalpaspoort.

Algemene informatie

Wilt u meer weten? Via de volgende websites is meer informatie te vinden over de circulaire economie, circulair bouwen en installeren en/of specifiek circulaire scholenbouw:

<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/beleidsnotas/2023/02/03/nationaal-programma-circulaire-economie-2023-2030>

<https://circulairebouweconomie.nl/>

<https://circulairebouweconomie.nl/wp-content/uploads/2025/03/Voorlopige-versie-Routekaart-circulaire-klimaatinstallaties-CKI-mrt-2025.pdf>

<https://www.pianoo.nl/nl/document/21305/marktvisie-circulaire-scholen>

<https://hetklokhuis.nl/tv-uitzending/4842/circulair-bouwen>

<https://platformcb23.nl>

<https://nl.blurb.com/b/12173150-gids-voor-een-circulaire-scholenbouw>

<https://www.circonnect.org/sectoren/bouw/>

<https://www.squarewise.nl/projecten/>

<https://www.cirkelstad.nl/programmas/circulaire-onderwijshuisvesting/>

<https://www.bcgebouw.nl/benchmark-document/>

<https://bna.nl/circulaire-architectuur-en-bouw/wij-gaan-circulair/manifest-circulaire-architectuur>

Literatuur

Bij het opstellen van deze bijlage is onder meer gebruik gemaakt van de volgende bronnen:

RVO website, 2025. Zie <https://www.rvo.nl/onderwerpen/wetten-en-regels-gebouwen/milieuprestatie-gebouwen-mpg#wat-is-de-mpg%3F>

Merosch, 2025. Programma van eisen circulaire installaties, versie 1.2 Utiliteitsbouw. Zie <https://merosch.nl/actueel-kennis/update-pve-circulaire-installaties-versie-1-2>. Merosch, Bodegraven.

BCI Gebouw, 2024. Benchmark document: Meetbare circulariteit in Nederland, versie december 2024. BCI Gebouw, Den Bosch.

LBP Sight, 2025. Standaardstandaarden Circulair Ontwerpen Klimaatinstallaties. Rapport in opdracht van Circonnet. LBP Sight, Nieuwegein.

Arup Circular Buildings toolkit, 2025. Zie <https://ce-toolkit.dhub.arup.com>

Installatie-efficiënt bouwen

Bij het ontwerpen van nieuwe schoolgebouwen moet, als het gaat om de Frisse Scholen-aspecten (energie en binnenmilieu), vaak een balans worden gezocht tussen bouwkundige maatregelen en installatietechnische oplossingen. De bouwfysische kwaliteit van het gebouw moet dusdanig zijn dat klimaatinstallaties niet nodig zijn om bouw- en ontwerpfouten te compenseren. Ook moet worden voorkomen dat installaties worden overgedimensioneerd.

Bij het ontwerpen van een Frisse School komen geregeld dilemma's aan het licht. Ook worden lokale omstandigheden vaak beschouwd als iets dat gecompenseerd moet worden in plaats van benut.

Aan de hand van veelvoorkomende dilemma's en complementaire zaken geeft deze bijlage inspiratie voor opdrachtgevers en ontwerpers inspiratie ter voorkoming van de bovengenoemde problematiek.

Thermische isolatie vs. opwarming

Al decennia isoleren we in Nederland onze gebouwen. In het stookseizoen willen we de warmte binnen niet verliezen, in de zomer moet isolatie er juist aan bijdragen om de warmte buiten te houden. In goed geïsoleerde gebouwen zien we echter steeds vaker dat gebouwen in de zomer niet meer afkoelen. Het beperken van zoninstraling door goede zonwering in combinatie met voldoende thermische massa kan het risico op oververhitting beperken.

Door de hoge bezetting van scholen ten opzichte van andere gebouwen zien we dat oververhitting in scholen al vroeg in het seizoen kan optreden. Met een temperatuuroverschrijdingsberekening kan in de ontwerpfase worden berekend in hoeverre ruimten in het gebouw opwarmen en op welk moment van het jaar het te warm wordt. Zo kunnen op tijd passende maatregelen worden genomen.

Daglichttoetreding vs. thermisch comfort

Grote ramen kunnen zorgen voor veel daglichttoetreding. Tegelijkertijd zijn de daglichtopeningen ook een onderbreking in een goed geïsoleerde gevel. In de zomer, maar bij goed geïsoleerde gebouwen ook in het voor- en najaar, kan een groot raam op een zonbelaste gevel leiden tot klachten over warmte. Zonwering is van groot belang om de zoninstraling te beperken, maar ook de grootte van de ramen is van invloed. In de winter kan bij hoge ramen met een te hoge warmtedoorlatingscoëfficiënt, namelijk koudeval optreden als hieronder geen adequate verwarming aanwezig is, met klachten over tocht en koude tot gevolg.

Bij goed ontworpen daglichtopeningen wordt rekening gehouden met deze balans. In veel moderne schoolgebouwen zien we echter ramen die doorlopen tot de vloer. Onder het werkvlak (ca. 0,85 m) dragen ramen niet meer nuttig bij aan daglichttoetreding, terwijl dit raamdeel wel kan leiden tot een vermindering van het thermisch comfort.



Modern schoolgebouw met ramen tot de vloer

Door gebruik te maken van dynamische rekenmethoden kan een betere balans worden gevonden tussen daglichttoetreding en het risico op oververhitting. In de onderstaande figuren is een voorbeeld gegeven van een traditionele daglichtberekening en een dynamische berekening die ook rekening houdt met direct zonlicht ('methode 2' uit de norm NEN-EN 17037) voor een zuidgeoriënteerd lokaal. Hierin is te zien dat met een dynamische berekening kan worden aangetoond dat de daglichteisen behaald worden, terwijl de ramen wat kleiner gedimensioneerd zijn.

Volume vs. opwarming

Vaak wordt gestreefd naar een compact gebouw met een minimaal verliesoppervlak. Het realiseren van meer volume, bijvoorbeeld door extra vrije hoogte onder het plafond, creëert een buffer tegen opwarming. Warme lucht stijgt en zal zich daarbij in eerste instantie boven de leefzone verzamelen.

Te openen ramen vs. energie

Te openen delen in de gevel, zoals ramen of deuren, zijn belangrijk voor het welzijn van mensen in een gebouw. Dit geeft gebruikers de mogelijkheid om het binnenklimaat te beïnvloeden en daarmee het comfort te verhogen. Een geopend raam kan zorgen voor zowel extra luchtverversing als verkoeling. Denk verder ook aan het vergroten van het contact met buiten. Vaak gehoord argument tegen het openen van ramen is dat dit energie kost. Het moet inderdaad zo veel mogelijk worden voorkomen dat de verwarming of koeling gelijktijdig aan staat. Het openen van ramen kan daarentegen ook energie besparen als vorm van koeling in het voor- en najaar. Met goede gebruikersinstructies en slimme regeltechniek zijn te openen delen in te zetten voor een aangenaam comfort zonder dat het leidt tot verspilling van energie.

Passieve vs. actieve koeling

In het PvE Frisse Scholen worden eisen gesteld aan de zomertemperatuur. Om op een energiezuinige manier het risico op oververhitting te beperken zijn er legio oplossingen voor passieve koeling. Denk in de eerste plaats aan het toepassen van zonwering, zomernachtventilatie en het gebruik van ventilatieve koeling via het openen van ramen. Ook kan in het ontwerp thermische zonering worden toegepast, waarbij ruimten met de hoogste interne warmtelast (bijv. door hoge bezetting of veel apparatuur) op de noordzijde worden geplaatst. Tot slot kan effectief gebruik worden gemaakt van (plafond)ventilatoren voor verbetering van het thermisch comfort op warme dagen. Een hogere luchtsnelheid kan zorgen voor een verlaging van de gevoelstemperatuur van 2-4 graden! Een goede afstemming met de verlichting is wel noodzakelijk om hinderlijke schaduwwerking of reflecties te voorkomen. Met de juiste mix van passieve maatregelen kan de benodigde capaciteit voor actieve koeling via bijvoorbeeld airconditioning beperkt blijven.

Met het huidige overspannen elektriciteitsnet kan actieve koeling op warme en zonnige dagen ook kostenbesparend worden ingezet. Door zonne-energie op warme dagen te gebruiken als energie voor koude-opwekking hoeft energie niet tegen betaling te worden teruggeleverd.



Plafondventilator zorgt voor energiezuinige koeling in een school

Merk op dat je met goed uitgewerkte passieve maatregelen (onder voorwaarden) gebruik mag maken van adaptieve temperatuureisen die meeglijden met de buitentemperatuur. Met actieve koeling zijn vaste maximumtemperaturen in de zomer van toepassing. Wetenschappelijk onderzoek heeft aangetoond dat hiermee een gelijkwaardig thermisch comfort kan worden gerealiseerd. Zie hiervoor ook de bijlage 'Achtergronden temperatuur'.

Locatie aanzuig ventilatielucht & opwarming

Luchtbehandelingskasten worden vaak willekeurig op of in het schoolgebouw geplaatst, afhankelijk van de beschikbare ruimte. Vaak staan de luchtbehandelingskasten op het dak en wordt 's zomers door de zon opgewarmde lucht vanaf een zwart dak het gebouw binnengehaald. Door ventilatielucht aan te zuigen aan de koele kant van het gebouw kan veel energie voor koeling van de inblaasluft worden bespaard en tegelijk het comfort worden verbeterd.

Luchtdichtheid, energie & thermisch comfort

Warmteverlies door infiltratie via naden en kieren in de gevel is ongunstig voor het energiegebruik. Een goede luchtdichtheid van de gevel beperkt de infiltratie en voorkomt bovendien tochtklachten. De detaillering van het gebouw is bepalend voor de luchtdichtheid. Te openen geveldelen zijn daarin kritisch en moeten daarom worden voorzien van goede kierdichting en meerpuntssluitingen. Periodieke controle van het hang- en sluitwerk is noodzakelijk om de gewenste luchtdichtheid te behouden.

Zonwering & isolatie

In de winter treedt er via de beglazing warmteverlies op door nachtelijke uitstraling. Met de toepassing van buitenzonwering kunnen de gevelopeningen worden afgeschermd en vindt er veel minder uitstraling plaats. Een extra argument om buitenzonwering toe te passen!

Bouwkundige maatregelen & groen

Groen en water in de bebouwde omgeving worden steeds belangrijker vanwege het opwarmende klimaat. We zien dan ook dat landschapsarchitecten steeds vaker in een vroeg stadium worden betrokken bij het ontwerp van een schoolgebouw. Het biedt kansen om via inrichting van het schoolplein opwarming van het gebouw te verminderen. Denk daarbij aan bomen en struiken als natuurlijke zonwering en het verminderen van bestrating rondom het schoolgebouw (geen tegels tot de gevel). Ook een groen dak kan bijdragen aan een koelere omgeving. Natuurinclusief bouwen heeft zo ook voordelen voor energiegebruik en comfort.

Passief Huis

Frisse Scholen geeft richtlijnen voor de bouw van gezonde, comfortabele én energiezuinige scholen. Als je daarbij tegelijkertijd de bovenstaande voorbeelden voor installatie-efficiënt bouwen vergaand wilt toepassen kun je ervoor kiezen om te bouwen volgens het Passief Huis-concept. Deze gebouwen onderscheiden zich door een goed bouwfysisch ontwerp met een lage energievraag voor verwarming en koeling, gebruik van duurzame energie en een hoge luchtdichtheid. Passief Huis heeft een eigen normenkader. Zie hiervoor: <https://kennisinstituutkern.nl/passiefhuisstandaard/>

Relatie Frisse Scholen met andere eisen en richtlijnen

	Kwaliteitskader huisvesting 2021 (Ruimte-OK)	Programma Onderwijshuisvesting (POHV)	Arbocatalogus-PO	Arbocatalogus-VO
Energie	Ten aanzien van de energieprestatie, de thermische isolatie gebouwschil, de energie-efficiënte ventilatie, de energie-efficiënte verwarming, de energie-efficiënte koeling, de duurzame energie en het beheer verwijst het kwaliteitskader huisvesting naar een bepaalde klasse in het PvE Frisse Scholen.	Voor energie-eisen verwijst het POHV naar een bepaalde klasse in het PvE Frisse Scholen.	Geen relatie	Geen relatie
Lucht	Ten aanzien van de luchtverversing, de spui-ventilatie, de ruimtevolumen, de kwaliteit van de toevoerlucht, de emissies van materialen, de emissies van apparatuur, de schoonmaakbaarheid en de tabaksrook verwijst het kwaliteitskader huisvesting naar een bepaalde klasse in het PvE Frisse Scholen.	Voor eisen over luchtkwaliteit verwijst het POHV naar een bepaalde klasse in het PvE Frisse Scholen.	Geen relatie <i>Ten aanzien van binnenklimaat en CO₂ verwijst de Arbocatalogus-PO naar wet- en regelgeving (o.a. het Arbobesluit). Het Arbobesluit stelt geen specifieke eisen aan de aspecten zoals die in het PvE Frisse Scholen t.a.v. het thema lucht worden onderscheiden.</i>	Voor een theorielokaal stelt de Arbocatalogus-VO als minimale norm: klasse C voor alle onderscheiden aspecten van het thema lucht van het PvE Frisse Scholen.
Temperatuur	Ten aanzien van de operationele temperatuur winter, de operationele temperatuur zomer, de individuele beïnvloeding en het lokaal thermisch discomfort verwijst het kwaliteitskader huisvesting naar een bepaalde klasse in het PvE Frisse Scholen.	Voor temperatureisen verwijst het POHV naar een bepaalde klasse in het PvE Frisse Scholen.	Geen relatie <i>Ten aanzien van temperatuur verwijst de Arbocatalogus-PO naar wet- en regelgeving (o.a. het Arbobesluit). Hierin worden geen specifieke eisen gesteld aan de aspecten zoals die in het PvE Frisse Scholen t.a.v. het thema temperatuur worden onderscheiden.</i>	Voor een theorielokaal stelt de Arbocatalogus-VO als minimale norm: klasse C voor alle onderscheiden aspecten van het thema temperatuur van het PvE Frisse Scholen.
Licht	Ten aanzien van het kunstlicht, het daglicht, de helderheidswering en de individuele beïnvloeding verwijst het kwaliteitskader huisvesting naar een bepaalde klasse in het PvE Frisse Scholen.	Voor lichteisen verwijst het POHV naar een bepaalde klasse in het PvE Frisse Scholen.	Geen relatie <i>Ten aanzien van daglicht en kunstlicht verwijst de Arbocatalogus-PO naar wet- en regelgeving (o.a. het Arbobesluit). Hierin worden geen specifieke eisen gesteld aan de aspecten zoals die in het PvE Frisse Scholen t.a.v. het thema licht worden onderscheiden.</i>	Voor een theorielokaal stelt de Arbocatalogus-VO als minimale norm: klasse C voor alle onderscheiden aspecten van het thema licht van het PvE Frisse Scholen.
Geluid	Ten aanzien van de geluidswering van de gevel, het installatiegeluid, de ruimteakoestiek, de luchtgeluidisolatie en de contactgeluidisolatie verwijst het kwaliteitskader huisvesting naar een bepaalde klasse in het PvE Frisse Scholen.	Voor geluideisen verwijst het POHV naar een bepaalde klasse in het PvE Frisse Scholen.	Geen relatie <i>Ten aanzien van akoestiek en lawaai verwijst de Arbocatalogus-PO naar wet- en regelgeving (o.a. het Arbobesluit). Hierin worden op deelaspecten concrete eisen gesteld.</i>	Voor een theorielokaal stelt de Arbocatalogus-VO als minimale norm: klasse C voor alle onderscheiden aspecten van het thema geluid van het PvE Frisse Scholen.

Andere duurzaamheidsinstrumenten

Milieu Prestatie Gebouw

Bij de Milieu Prestatie Gebouw (MPG) wordt de impact van het realiseren van een gebouw op verschillende milieuaspecten berekend. Deze milieu-impact wordt uitgedrukt in milieu-schaduwkosten en berekend op basis van de toegepaste materialen en hoeveelheden. Milieutechnische gegevens van materialen zijn vastgelegd in de Nationale Milieu Database. Bij een bouwvergunningaanvraag is een MPG berekening verplicht. Het PvE Frisse Scholen gaat (nog) niet in op de MPG.

Building Circularity Index (BCI Gebouw)

Circulariteit is één van de hoofdthema's op het gebied van duurzaamheid. Het gebruik van hernieuwbare grondstoffen en/of hergebruikte materialen aan de ene kant en het demontabel bouwen aan de andere kant, bevorderen de ontwikkeling van een circulaire economie voor bouwmaterialen en installaties. Door Alba Concepts is een rekeninstrument ontwikkeld om de circulariteit van een gebouw in kaart te kunnen brengen, de Building Circularity Index. Daarin wordt zowel de oorsprong van het materiaal als de mate van hergebruik na afloop van de functionele levensduur van het gebouw meegewogen. Het Programma van Eisen Frisse Scholen is geen richtlijn op het gebied van circulariteit. Net als bij de MPG geldt echter dat de benodigde voorzieningen meegenomen moeten worden in de berekening.

BREEAM-NL

BREEAM-NL is een richtlijn voor het certificeren van gebouwen op het gebied van duurzaamheid. Er zijn 9 milieuthema's vastgesteld en voor elk daarvan worden bovenwettelijke eisen gesteld aan de prestaties, de werkwijze en de aan te leveren bewijsvoering. Certificering vindt plaats op basis van de geleverde prestatie (vijf categoriën). BREEAM-NL- thema's zijn onder andere Energie en Gezondheid. Het Programma van Eisen voor Frisse Scholen stelt eisen aan energie en een gezond binnenmilieu. Door te voldoen aan het PvE Frisse Scholen kan daarom positief worden bijgedragen aan de BREEAM-NL score op deze twee thema's.

GPR Gebouw

GPR gebouw is een integrale beoordelingssystematiek voor duurzaamheid van gebouwen, waarbij de aspecten energie, materialen, gezondheid, gebruikskwaliteit en toekomstwaarde worden beoordeeld. Door aan het PvE Frisse Scholen te voldoen kan de GPR-score op het gebied van gezondheid en energie worden verbeterd.

PassiefHuis

Passief bouwen is een ontwerpmethodologie volgens de Trias Energetica. Deze methode is ontwikkeld aan de hand van wetenschappelijk onderzoek wereldwijd. Energieberekeningen met PHPP en de passiefhuisprincipes worden al sinds 1990 als ontwerpmethodologie toegepast. De methode is gevalideerd en onderbouwd met veelvuldige praktijkonderzoeken aan gebouwen in verschillende klimaatzones. Ook in Nederland is passief bouwen al een bewezen bouwpraktijk.

WELL

De WELL Building Standard is een Amerikaans certificeringssysteem waarbij op basis van een vastgestelde richtlijn bovenwettelijke prestaties op het gebied van welzijn en gezondheid in de werkomgeving worden gedefinieerd en getoetst. Op basis van deze toetsing kan een werkomgeving worden gecertificeerd. WELL gaat over de thema's lucht, water, voeding, comfort en geestelijke gezondheid. Daarmee is het veel breder dan alleen een technische richtlijn voor het gebouw. Het gaat ook over arbeidsvoorwaarden, een gezonde kantine, beleving en inrichting. Het Programma van Eisen voor Frisse Scholen richt zich vooral op de bouw en/of verbouw en de vaste inrichting van onderwijsruimten en is daarmee niet vergelijkbaar met WELL.

LEED

LEED is een certificeringssysteem vergelijkbaar met BREEAM-NL en afkomstig uit de VS. Toetsing geschiedt daarom vooral aan Amerikaanse richtlijnen. Er worden onder andere eisen gesteld aan 'Energy Performance' en 'Indoor Environmental Quality'. Dit zijn ook onderwerpen die bij het Programma van Eisen Frisse Scholen worden behandeld. Door te voldoen aan het PvE Frisse Scholen kan daarom positief worden bijgedragen aan de LEED score op deze twee thema's.

Dit is een publicatie van:

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
Croeselaan 15 | 3521 BJ Utrecht
Postbus 8242 | 3503 RE Utrecht
T +31 (0) 88 042 42 42
E: klantcontact@rvo.nl
www.rvo.nl

Deze publicatie is tot stand gekomen in opdracht van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties.
Rijksdienst voor Ondernemend Nederland | oktober 2025
Publicatienummer: RVO-231-2025/BR-DUZA

De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO.nl) stimuleert duurzaam, agrarisch, innovatief en internationaal ondernemen. Met subsidies, het vinden van zakenpartners, kennis en het voldoen aan wet- en regelgeving. RVO.nl werkt in opdracht van ministeries en de Europese Unie.

RVO.nl is een onderdeel van het ministerie van Economische Zaken.