



De frisse basisschool



**Samen aan de slag voor gezonde en behaaglijke
ventilatie op school**



De frisse basisschool

Samen aan de slag voor een gezonde en behaaglijke ventilatie op school

*Jan van Ginkel
Paul Wensveen
Martijn Doorgeest*

*GGD IJsselland
GGD Regio Twente*

Dankbetuiging

Deze publicatie werd mede mogelijk gemaakt door het project “Frisse scholen” van SenterNovem.
De auteurs bedanken de leden van de adviescommissie voor hun waardevolle informatie en suggesties ter verbetering van de tekst. De volgende personen maakten deel uit van deze commissie:
F. Duijm, GGD-Groningen, medisch milieukundige, arts
Ir. W.G. Meijering, Programma-adviseur utiliteitsbouw, SenterNovem
Ing. R. Moelard, EnerDeco, energieadviseur
D.H.J. van de Weerdt, GGD Hulpverlening Gelderland Midden, medisch milieukundige, arts, toxicoloog
Drs. J. de Wolf, GGD IJsselland, senior beleidsmedewerker milieu en gezondheid



Voorwoord

Een gezonde en veilige leeromgeving van kinderen is één van de speerpunten van het huidige kabinet. Medio februari 2008 besloot het kabinet om samen met gemeenten en schoolbesturen de kwaliteit van het binnenmilieu te verbeteren. Daarbij is een belangrijke voorlichtende rol toebedacht aan de GGD.

Onze GGD besteedde in voorbije jaren reeds de nodige aandacht aan dit thema. Onderzoek binnen onze eigen regio bracht aan het licht dat de luchtkwaliteit in circa 80% van de scholen te wensen overliet; dat kwam overeen met het landelijk beeld. In vervolg daarop ontwikkelde het team Milieu&Gezondheid het project EPA+Gezond waarin scholen een gecombineerd advies kregen over binnenmilieu en energiebesparing. Dit project kreeg in 2002 landelijke erkenning door toekenning van de Energy Award van het ministerie van VROM. Diverse projecten volgden elkaar op. In 2003 werd het boekje “Naar een beter binnenmilieu” gepubliceerd met daarin vele praktische tips om het leefmilieu op scholen en kinderdagverblijven te verbeteren. In 2007 werd met subsidie van de provincie Overijssel gestart met het project “Frisse scholen in Overijssel” waarbij circa 160 basisscholen in heel Overijssel een advies over binnenmilieu en energiebesparing krijgen aangeboden.

Het team Milieu&Gezondheid, dat ook uitvoering geeft aan de medisch milieukundige zorg in de Regio Twente, bespreekt in “De frisse basisschool” de thema’s luchtkwaliteit, ventilatie, behaaglijkheid, hygiëne en energiebesparing in onderlinge samenhang. Hierin ligt de overtuiging besloten dat alleen een integrale aanpak de kwaliteit van de binnenlucht in scholen daadwerkelijk zal verbeteren.

Basisscholen willen hun leerlingen graag een gezonde leeromgeving bieden. Ik wens besturen en directies van deze scholen veel succes bij het verbeteren van de kwaliteit van de binnenlucht en ik heb er veel vertrouwen in dat deze publicatie hieraan wezenlijk zal bijdragen.

H. Ensing
directeur GGD IJsselland

Inhoud

Deel A Algemene inleiding en eenvoudige tips voor een schone en behaaglijke binnenlucht op school

1	Inleiding	7
2	Luchtkwaliteit	8
2.1	Kooldioxide, een maat voor de luchtkwaliteit	8
2.2	Wat is een goede luchtkwaliteit in een lesruimte?	8
2.3	Veranderingen in de luchtkwaliteit gedurende een schooldag	8
3	Luchtverversing	10
3.1	Het belang van luchtverversing	10
3.2	Verschillende manieren om de lucht te verversen: ventileren, spuien, luchten en zomernachtventilatie	10
3.3	Welke ventilatiesystemen zijn er?	11
3.4	Natuurlijke ventilatie: hoe doe je het goed?	12
3.5	Hoe weet ik of ik voldoende ventileer?	13
3.6	Wat kan ik doen als de luchtkwaliteit onvoldoende is?	13
4	Behaaglijkheid	14
4.1	Vuistregels voor behaaglijkheid	14
4.2	De leefzone	14
4.3	Veel vóórkomende behaaglijkheidsklachten	15
5	Schoonmaak en inrichting	17
5.1	Inleiding	17
5.2	Tips voor een goede organisatie van de schoonmaak	17
5.3	Tips voor een goede uitvoering van de schoonmaak	18
5.4	Tips voor een schoonmaakvriendelijke inrichting	19
6	Praktische tips voor een betere ventilatie	20
6.1	Gedragstips voor een betere ventilatie	20
6.2	Low budgettips voor een betere ventilatie	23
7	Praktische tips voor de behaaglijkheid	24
7.1.1	Gedragstips: minder last van koude en/of tocht	24
7.1.2	Low budgettips: minder koude en/of tocht	26
7.2.1	Gedragstips: minder last van warmte	29
7.2.2	Low budgettips: minder last van warmte	32

Deel B Aandachtspunten bij bouwkundige aanpassing van het systeem voor luchtverversing

8	Van de huidige naar de gewenste capaciteit voor luchtverversing	35
8.1	Inleiding	35
8.2	Welke capaciteit is er nodig voor de luchtverversing?	35
8.3	Ventilatie-eisen uit het Bouwbesluit 2003 en een goede luchtkwaliteit	38
8.4	Het bepalen van de ventilatiecapaciteit van een lesruimte	39
8.4.1	Een gebouw met natuurlijke ventilatie via ramen en/of roosters	39
8.4.2	Een gebouw met mechanische ventilatie	41
8.4.3	Globale beoordeling van de ventilatiecapaciteit van een schoolgebouw	41
9	Het uitbreiden van de capaciteit voor luchtverversing	42
9.1	Inleiding	42
9.2	Natuurlijk of mechanisch, en op een goede manier	42
9.3	Mechanische ventilatie, centraal of per ruimte	44
9.4	Hoe kunnen inbraakbeveiliging en nachtventilatie samen gaan?	45
9.5	Energiebesparing	45
9.6	Overzicht van ventilatiesystemen	47
10	Aanvullende informatie voor een behaaglijk binnenklimaat	50
10.1	Uitvoering en regeling centrale verwarming	50
10.2	Airconditioning	50
10.3	Klachten over “droge lucht”: wanneer is de lucht echt te droog?	51
	Belangrijke adressen	52
	Aanbevolen informatiebronnen	52
	Begrippenlijst	53
	Bijlagen	54
1	Samenvatting van tips voor de leerkracht voor een fris lokaal	54
2	Rekenblad voor een schatting van de ventilatiecapaciteit	55



Deel A

1 Inleiding

Leerlingen en leerkrachten voelen zich fitter en presteren beter als de lucht op school schoon is. Klachten door gevoelige luchtwegen (zoals door astma) verminderen, en het medicijngebruik kan omlaag. Onder zeer gunstige omstandigheden gaat zelfs de infectiedruk omlaag, zodat er minder gemakkelijk een verkoudheid of griepje wordt opgelopen. Kortom, redenen genoeg om enthousiast aan de slag te gaan met frisse lucht op school.

Schooldirecties en schoolbesturen zijn primair verantwoordelijk voor de situatie in het schoolgebouw en dus ook voor de kwaliteit van de binnenlucht. Met dit boekje wil de GGD hen ondersteunen bij het nemen van beslissingen die (ook) goed zijn voor een gezonde binnenlucht. Ook leerkrachten kunnen bijdragen aan een gezonde binnenlucht door goed te ventileren en door de groepsruimten schoonmaakvriendelijk in te richten. Bijlage 1 geeft een overzicht van handige tips voor de leerkrachten.

Voldoende frisse lucht is het gevolg van een goed samenspel tussen het gebouw (verantwoordelijkheid van de directie en bestuur) en het gedrag (leerkrachten en leerlingen). Als de leerkracht of een leerling het te koud vindt, gaat het raam dicht en komt het niet goed met de luchtkwaliteit. Met een beetje handigheid kan een gebouw zo ingericht worden dat er voldoende geventileerd kan worden, terwijl het toch behaaglijk blijft.

In 2003 publiceerde het team Milieu&Gezondheid van de GGD Regio IJssel-Vecht het boekje “Naar een beter binnenmilieu”. In vergelijking met dit boekje gaat de voor u liggende publicatie dieper in op de thema’s luchtverversing en behaaglijkheid.

Leeswijzer

Dit boekje bestaat uit twee delen. Deel A geeft beknopt informatie over de thema’s ventilatie, behaaglijkheid en hygiëne. Per thema zijn maatregelen vermeld om de luchtkwaliteit te verbeteren. Deze maatregelen zijn onderverdeeld in gedragsmaatregelen en in low budgetmaatregelen. Low budgetmaatregelen zijn veelal te realiseren door een handige conciërge, leerkracht of ouder. Vaak kan er met eenvoudige maatregelen al veel bereikt worden. Welke tips in de hoofdstukken 6 en 7 bruikbaar zijn, is afhankelijk van de specifieke situatie op een school. Deel A geeft voldoende informatie om meteen praktisch aan de slag te gaan.

Als het schoolgebouw onvoldoende mogelijkheden heeft om de lucht te verversen, is er meer nodig. Als uitbreiding van de ventilatiecapaciteit aan de orde is, geeft deel B een handvat. Het gaat dieper in op de technische achtergronden van ventilatie, energiebesparing en het binnenklimaat en geeft bijvoorbeeld aanwijzingen voor een goede instelling van de centrale verwarming. Daarnaast gaat dit deel in op specifieke klachten over de binnenlucht en de behaaglijkheid.

In de begrippenlijst staat een verklaring van een aantal technische begrippen.

Als GGD hopen wij dat u veel plezier heeft van dit boekje. Suggesties voor verbetering of aanvullingen kunt u mailen naar GGD IJsselland: milieuengezondheid@ggdijselland.nl.

2.1 Kooldioxide, een maat voor de luchtkwaliteit

Mensen produceren stoffen zoals geurstoffen, waterdamp en kooldioxide (symbool CO_2). Deze geurstoffen veroorzaken hinder en gezondheidsklachten. Geurstoffen zijn zeer moeilijk te meten, daarom wordt in plaats hiervan de hoeveelheid kooldioxide gemeten. Kooldioxide blijkt een goede maat te zijn voor de hoeveelheid menselijke geurstoffen in de lucht, ziektekiemen en stoffen waar mensen allergisch op reageren. Hoe lager de kooldioxideconcentratie, hoe minder geurstoffen, ziektekiemen en allergenen en hoe beter de luchtkwaliteit. De kooldioxideconcentratie wordt uitgedrukt in ppm (parts per million). Kooldioxide heeft geen geur en is pas ongezond bij concentraties vanaf 30.000 ppm. In het landelijk gebied bevat de buitenlucht ongeveer 400 ppm kooldioxide en in stedelijke gebieden bevat de buitenlucht ongeveer 500 ppm kooldioxide. En een gemiddeld klaslokaal? Een uur na het begin van de les staat hier de meter op 2500 ppm.

Koolmonoxide (CO) en kooldioxide (CO_2) lijken op het eerste oog erg op elkaar, maar hebben geheel andere eigenschappen. Koolmonoxide is bij zeer lage concentraties dodelijk. Dit gas ontstaat als er iets verbrandt, terwijl er niet genoeg zuurstof aanwezig is. Een berucht voorbeeld is de slecht brandende geiser met dodelijke slachtoffers.

2.2 Wat is een goede luchtkwaliteit in een lesruimte?

In 1984 heeft de Gezondheidsraad laten weten dat in woningen de concentratie kooldioxide bij voorkeur beneden de 1200 ppm moet liggen. Dit komt overeen met een luchtverversing van minimaal 25 m³ per uur per persoon. In 2009 zal de Gezondheidsraad advies uitbrengen over de benodigde ventilatie op school. Uit onderzoek in kantoorgebouwen blijkt dat bij 1200 ppm kooldioxide ongeveer 20% van de mensen hinder heeft van, of klachten heeft over de luchtkwaliteit. In een school betekent dat vijf tot zes leerlingen in een groep van dertig. Als de kooldioxideconcentratie lager is, zijn er minder leerlingen met klachten.

De GGD adviseert sinds 2006 om te streven naar maximaal 800 ppm kooldioxide in een leslokaal. Dat is geen gemakkelijke opgave. Bij de huidige stand van de techniek is het mogelijk om per uur duizend kubieke meter lucht in een leslokaal te verversen. In een klas met 30 leerlingen is de luchtkwaliteit dan ongeveer 1000 ppm kooldioxide.¹⁾

2.3 Veranderingen in de luchtkwaliteit gedurende een schooldag

In het begin van de schooldag is de concentratie kooldioxide in een lokaal idealiter 400 tot 500 ppm. Zodra de leerkracht en leerlingen om acht uur de groepsruimte binnenkomen, gaat de concentratie kooldioxide omhoog. Binnen het uur wordt er evenveel kooldioxide geproduceerd als dat er afgevoerd wordt via de ventilatie; nu is de evenwichtsconcentratie bereikt.

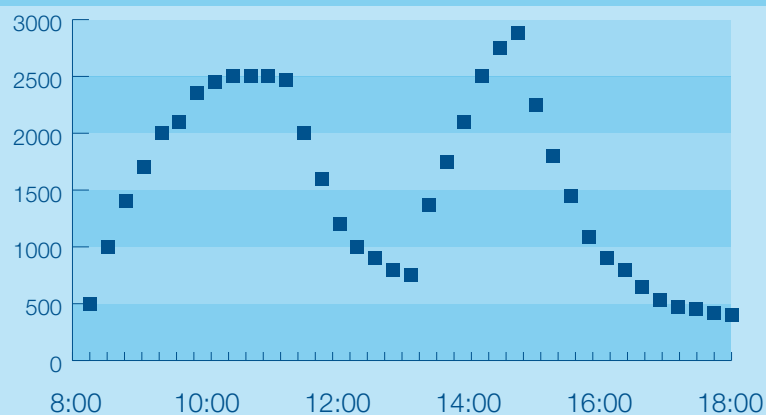
1) De concentraties kooldioxide in paragraaf 2.2. gelden voor het landelijke gebied waar de buitenlucht 400 ppm kooldioxide bevat. In het stedelijke gebied zijn de cijfers in paragraaf 2.2 100 ppm hoger.

Uitspraak docent:

“Nu begrijp ik waarom mijn leerlingen soms zo slap in hun bankjes hangen”.

Figuur 1 geeft aan hoe de kooldioxideconcentratie tijdens een schooldag verandert. Tijdens de les loopt de kooldioxideconcentratie op tot ver boven de 1200 ppm. In de middagpauze wordt er gelucht en daalt de kooldioxideconcentratie. De leerlingen starten na de middagpauze weer met een fris lokaal.

Veranderingen in de kooldioxide (CO₂) concentratie tijdens een schooldag



3

Luchtverversing

3.1 Het belang van luchtverversing

Luchtverversing heeft als doel om de binnenlucht gezond en aangenaam te houden. De kwaliteit van de binnenlucht vermindert door:

- ① Geurstoffen, ziektekiemen e.d. die door mensen worden geproduceerd.
- ② Geurstoffen of schadelijke stoffen afkomstig van materialen van de afwerking van het gebouw, zoals verf en materialen van de inrichting, zoals printers en kopieerapparaten, vloerbedekking en meubilair.
- ③ Stank of schadelijke stoffen die bijvoorbeeld vrijkomen tijdens schilderen, lijmen of een incident (morsen van oplosmiddelen).
- ④ Warmte in de zomer.

De binnenlucht moet continue verversd worden.

3.2 Verschillende manieren om de lucht te verversen: ventileren, spuien, luchten en zomernachtventilatie

Ventileren is het continu vervangen van binnenlucht door verse buitenlucht via een relatief kleine luchtstroom. De buitenlucht komt binnen door ventilatieroosters, (klep)ramen, of doordat een ventilator verse buitenlucht naar binnen blaast. Om tocht- en kouklachten te voorkómen, worden klepramen en roosters gebruikt waarvan de onderzijde tenminste 1,80 meter (liefst: 2,40 meter) boven de vloer ligt.

Spuien is een tijdelijke luchtverversing voor het afvoeren van teveel warmte of schadelijke stoffen. Bij spuien gaat het om grote hoeveelheden lucht in een korte tijd. Bij spuien gaat een aantal grote ramen volledig open; dit zijn meestal de ramen die vlak boven de vensterbank zitten. Eventuele kou of tocht is niet van belang, want het doel is om in korte tijd veel warmte, schadelijke stoffen of stank kwijt te raken. Als de ventilatie onvoldoende is, gaan de spuiramen open om vóór en na de les te luchten. Tijdens de les zijn deze ramen dicht met het oog op koude en tocht. Het positieve effect van luchten is na ongeveer twintig minuten weer weg. Luchten is een aanvulling op (te geringe) ventilatie, maar kan ventilatie nooit vervangen.

Zomernachtventilatie is van belang in perioden met warm weer. Overdag warmt de zon het schoolgebouw op. Door 's nachts flink te ventileren met koele avondlucht, kan het schoolgebouw weer afkoelen en begint de nieuwe dag met een koel gebouw. Het gebruik van een airco kan zo verminderd of voorkómen worden. Dit bespaart veel energie en kosten.

Overigens is nachtventilatie ook in de rest van het jaar nuttig voor het afvoeren van verontreinigingen (punt 2 in paragraaf 3.1).



Functie van hoog en laag geplaatste ramen

3.3 Welke ventilatiesystemen zijn er?

Er zijn twee soorten ventilatiesystemen: natuurlijke en mechanische systemen. Bij natuurlijke systemen brengen wind en temperatuurverschillen de lucht in beweging. Bij mechanische systemen wordt de ventilatielucht in beweging gebracht door een machine, de ventilator. De lucht moet zowel aangevoerd als afgevoerd worden. Zo ontstaan er vier combinaties:

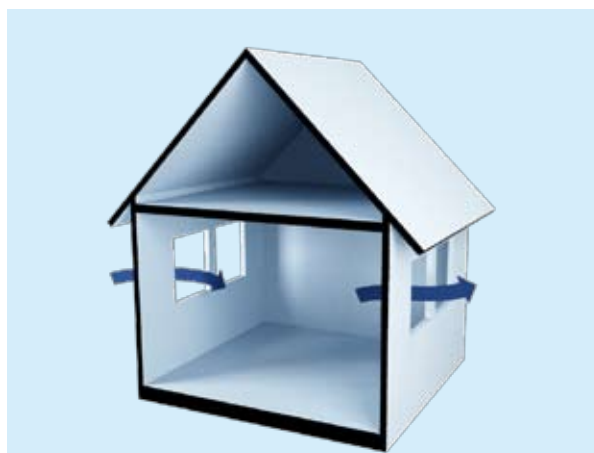
- (A) Natuurlijke toevoer en natuurlijke afvoer. Dit komt het meest voor.
- (B) Mechanische toevoer en natuurlijke afvoer. Dit systeem komt in de praktijk vrijwel niet voor.
- (C) Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer. Dit treft men op scholen vaak aan in de toiletruimtes en soms in enkele lokalen.
- (D) Mechanische toevoer en mechanische afvoer. Dit heet gebalanceerde ventilatie en wordt bij nieuwbouw regelmatig toegepast om energie te besparen.



Systeem B



Systeem C



Systeem A



Systeem D

Dit boekje gaat in eerste instantie uit van een schoolgebouw met een natuurlijke toe- en afvoer van lucht (type A). Dit systeem vraagt een relatief laag investeringsbedrag, het is stil (veroorzaakt geen of nauwelijks geluid) en is eenvoudig te onderhouden. Bij de bouwtechnische tips voor vergroting van de ventilatiecapaciteit (hoofdstuk 9) is er echter ook aandacht voor mechanische ventilatie. Tevens wordt daar kort stilgestaan bij aandachtspunten als geluid en onderhoud.

3.4 Natuurlijke ventilatie: hoe doe je het goed?

Dwarsventilatie

Dwarsventilatie is erg effectief. Dwarsventilatie is mogelijk als er in een lesruimte in twee tegenoverstaande gevels roosters of (klep)ramen zitten. De lucht komt aan de ene zijde het lokaal binnen, en stroomt via de andere zijde weer naar buiten. Bij westenwind stroomt de lucht van west naar oost, en bij oostenwind stroomt de lucht in

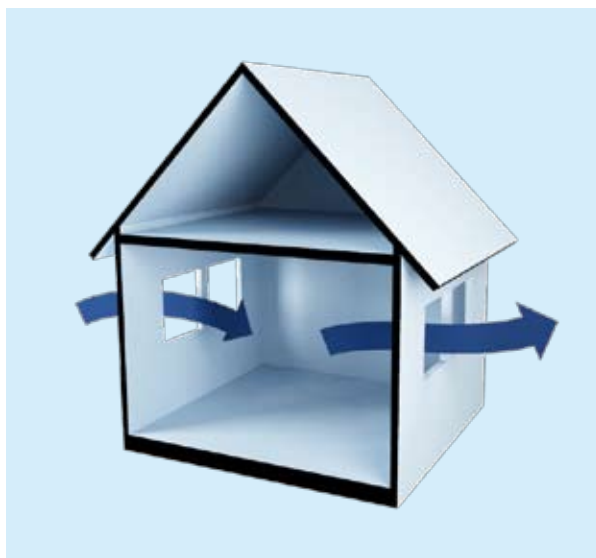
precies de omgekeerde richting. Men spreekt ook van dwarsventilatie als er in één buitengevel klepramen en/of roosters zitten en de lucht afgevoerd wordt via één of meer afvoerpijpen door het dak.

Enkelzijdige ventilatie

Bij enkelzijdige ventilatie kunnen uitsluitend aan één zijde van een lokaal ramen en/of roosters open. De ventilatiecapaciteit van enkelzijdige ventilatie is slechts 20% van die van dwarsventilatie. Bij enkelzijdige ventilatie moet tegelijkertijd door hetzelfde raam zowel verse lucht naar binnen, als binnenlucht naar buiten. Dat werkt niet efficiënt.

Overstroomvoorziening

Bij ventilatie komt er evenveel verse lucht naar binnen, als er binnenlucht naar buiten gaat: de twee hoeveelheden zijn altijd even groot. Bij sommige lokalen komt de verse lucht direct van buiten, maar gaat de binnenlucht eerst naar de gang voordat het wordt afgezogen door een flinke ventilator. De lucht gaat naar de gang via een overstroom-



Dwarsventilatie



Enkelzijdige ventilatie

voorziening. Deze bestaat meestal uit roosters in de binnenmuur of in de deur naar de gang. Deze moeten goed schoon zijn en altijd open staan, want de lucht uit het klaslokaal moet ongehinderd naar de gang kunnen stromen. Zo niet, dan resteert alleen enkelzijdige ventilatie (buitenramen/roosters waardoor de lucht zowel naar binnen als naar buiten moet) en is de ventilatiecapaciteit slechts 20% van wat de architect gepland heeft.

Voorkom tocht

Tocht (een koude luchtstroom) wordt voorkómen door alleen die ramen en roosters te gebruiken waarvan de onderzijden meer dan 1,80 meter (liefst 2,40 meter) boven de vloer zitten. Bij hoge ramen mengt de koude buitenlucht zich met warme binnenlucht voordat deze de leefzone (zie 4.2) bereikt. Ter voorkóming van tocht, is het tevens aanbevelingswaardig om niet een enkel raam helemaal open te zetten, maar om elk raam op een kiertje open te zetten. Zo verdeelt de verse lucht zich goed door het lokaal. Het is een goed begin om alle ramen op een smalle kier van ongeveer 6 cm te zetten en om daarna de grootte van de kieren bij te stellen afhankelijk van de wind, de temperatuur en het aantal leerlingen in het lokaal of de aanwijzing op de kooldioxidemeter (zie 3.5).

Afvoer van warme zomerlucht

Op warme zomerdagen zijn hoog geplaatste ramen beter dan lage ramen. Warme lucht stijgt op en verdwijnt gemakkelijker door een hoog, dan door een laag raam. Zonder hoge ramen (of een luchtafvoerpijp in het dak) blijft de warmte bovenin een lokaal hangen. Relatief koele lucht komt binnen via lage ramen die bij voorkeur op het noorden liggen en/of beschaduwde worden door bijvoorbeeld een bladerdek.

3.5 Hoe weet ik of ik voldoende ventileer?

Er zijn kooldioxidemeters in de handel met een stoplichtje. Bij groen is de luchtkwaliteit goed, bij oranje matig, en rood slecht. Bij oranje of rood is er meer ventilatie nodig, dus de ramen of roosters moeten direct (verder) open. Als de leerkracht er alles aan doet om zo goed mogelijk te ventileren, maar het rode lampje brandt toch bijna altijd, dan zijn er waarschijnlijk bouwtechnische aanpassingen nodig om de ventilatiecapaciteit te vergroten. Ventileer voldoende, maar ook niet te veel want dat kost extra geld en is slecht voor het milieu. Overweeg altijd of u energiebesparende maatregelen kunt nemen.

3.6 Wat kan ik doen als de luchtkwaliteit onvoldoende is?

De GGD adviseert een stapsgewijze aanpak voor de verbeteringen van de luchtkwaliteit op school. De eerste stap is om de kwaliteit te verbeteren door het aanpassen van het ventilatiegedrag. In 6.1 staan tips en bijlage 1 bevat een handige samenvatting. De tweede stap betreft eenvoudige en goedkope technische maatregelen. Low budgettips staan in 6.2.

Indien het rode lampje van de kooldioxide stoplichtmeter vrijwel altijd brandt en de gedrags- en low budgetmaatregelen onvoldoende blijken te helpen, dan zullen grotere investeringen overwogen moeten worden om de ventilatiecapaciteit op peil te brengen. Let dan ook op energiebesparing. In deel B staat bouwtechnische achtergrondinformatie om ingewikkelder problemen te lijf te gaan.

4

Behaaglijkheid

4.1 Vuistregels voor behaaglijkheid

In de praktijk ventileren mensen alleen voldoende als dit niet ten koste gaat van de behaaglijkheid. Mensen verschillen in wat zij behaaglijk vinden, maar in het algemeen gelden de volgende vuistregels voor een behaaglijke omgeving.

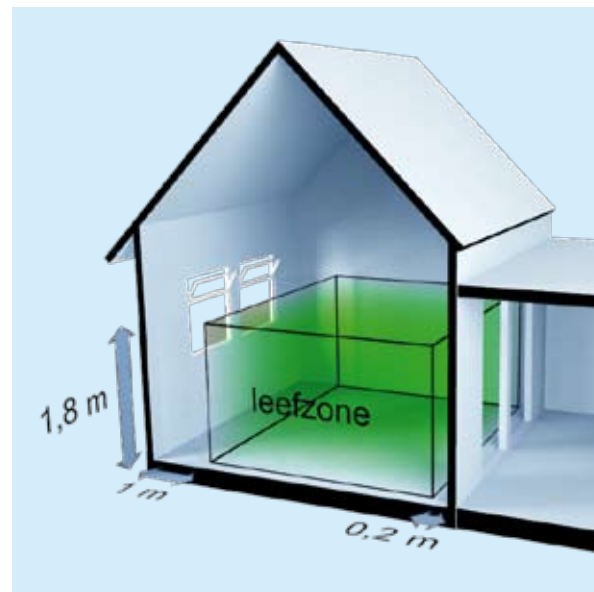
- een temperatuur tussen de 20°C en 22°C bij koud weer en tot 25°C bij warm weer;
- een gelijkmatige temperatuursverdeling;
- een relatieve luchtvochtigheid tussen de 30% en 70% (liefst 40% - 60%);
- een luchtsnelheid die lager is dan 20 cm, maar bij voorkeur lager dan 10 cm per seconde.

Naast deze algemene regels maakt het erg veel uit hoe warm de kleding is en hoe actief de kinderen zijn. Dit kan variëren van rustig zitten tot veel beweging tijdens een les.

4.2 De leefzone

De vuistregels voor behaaglijkheid gelden voor de zeer nabije omgeving van de mens, de leefzone. Volgens de bouwwetgeving (het Bouwbesluit) is de leefzone van een lesruimte gedefinieerd als de ruimte vanaf één meter uit de buitengevel, 20 cm vanaf binnenmuren en tot 1,80 meter boven het vloeroppervlak. Zie figuur 2.

Voor een standaard lesruimte van 50 m² met één buitengevel betekent dit dat op een oppervlakte van ruim 10 m² de behaaglijkheid niet gegarandeerd is. Dit oppervlak mag formeel niet gebruikt worden om tafels en stoelen neer te zetten. Vooral in de strook van één meter langs de buitengevel is de behaaglijkheid vaak slecht: radiatoren zijn te heet of er valt een koude luchtstroom langs de ramen naar beneden.



De leefzone

4.3 Veel vóórkomende behaaglijkheidklachten

Klachten over behaaglijkheid zullen veelal te herleiden zijn tot:

Mufheid. De oorzaak moet gezocht worden in onvoldoende ventilatie voor het aantal personen dat aanwezig is, al dan niet in combinatie met andere bronnen van luchtvervuiling.

Tocht. Dit is een te hoge en/of onregelmatige luchtsnelheid. De waarnemingen bij de nek en enkels zijn vooral bepalend voor klachten over kou en tocht. Tocht ontstaat vaak als er een raam open staat waarvan de onderzijde minder dan 1,80 meter boven de vloer zit. Dergelijke ramen zijn bedoeld om te spuien of te luchten en niet om te ventileren. Ook komen tochtklachten vaker voor als er één raam helemaal open staat. Zet liever alle hoog gelegen ramen open, maar dan wel op een kier (zie ook paragraaf 8.2). Er zijn weinig tochtklachten als de lucht langzaam en regelmatig stroomt.

Te warm. Warmteklachten ontstaan door een te hoge luchttemperatuur, invallend zonlicht en hete radiatoren. Bij het instellen van de thermostaat wordt er vaak te weinig rekening mee gehouden dat leerlingen, leerkrachten en computers tamelijk veel warmte produceren. Zie verder paragraaf 10.1.

Te koud. Koudeklachten ontstaan door een te lage luchttemperatuur, en door uitstraling van kou door oppervlakten zoals onvoldoende geïsoleerde gevels en enkel glas. Qua beleving zijn tocht (koude luchtstromen en luchtwervelingen) en te koud dezelfde klacht. De oplossing van het probleem is echter anders, zie paragraaf 9.2.

Droge lucht. Soms komen drogelucht klachten door een te lage relatieve luchtvochtigheid, maar meestal ligt de oorzaak bij teveel stofdeeltjes in de lucht en zal effectiever schoonmaken dit euvel verhelpen. Zie paragraaf 10.3.

De GGD krijgt regelmatig klachten over droge lucht. Bij onderzoek blijkt vaak dat niet de relatieve luchtvochtigheid de boosdoener is, maar de aanwezigheid van stof in de lucht. Hygiëne en ventilatie zijn dan de oplossing voor dit probleem. De relatieve luchtvochtigheid buiten varieert elke dag en elk seizoen.

Het optimale vochtgehalte van de binnenlucht ligt tussen de 30 en 70%.

Als u het wilt weten hoe hoog deze buiten is geweest, kunt u kijken op www.knmi.nl. Zelf maatregelen treffen om de luchtvochtigheid te verhogen zijn vrijwel niet effectief. Het gebruik van waterbakjes aan de radiator of elektrische luchtbevochtigers is sterk af te raden, omdat deze niet goed te reinigen zijn en een bron zijn van schimmels. De lucht vervuult hierdoor. Als u toch wat wilt doen, leg dan natte handdoeken op de radiator. Deze zijn wel goed te reinigen.



5

Schoonmaak en inrichting

5.1 Inleiding

Het schoonhouden van de school is van belang voor een goede luchtkwaliteit, maar ook om de overdracht van infectieziekten en hoofdluis tegen te gaan. Dit boekje besteedt alleen aandacht aan het belang van schoonmaken voor een goede luchtkwaliteit.

Stof

Kinderen verspreiden veel stofdeeltjes zoals haren, huidschilfertjes, allergenen van hond en kat, vuil van de schoenen en kledingvezels. Kleine deeltjes stof blijven lang zweven; grotere stofdeeltjes verzamelen zich in rustige hoekjes, zoals op kasten en richels. Het stof vormt een voedingsbodem voor bacteriën, schimmels en huisstofmijten. Dit is ongunstig voor de luchtkwaliteit. Door beweging kunnen fijne stofdeeltjes opwervelen waardoor ze in de lucht komen. Dit fijne stof wordt vervolgens ingeademd. Het stof komt in de lucht door de bewegingen van kinderen. De plekken waar zij lopen en spelen dienen dus zo stofvrij mogelijk te zijn. Ook door vegen, stofzuigen en afstoffen kan er veel stof opwervelen. De schadelijkheid

voor de gezondheid hangt af van de grootte van de ingeademde deeltjes; hoe kleiner de deeltjes, hoe dieper zij in de luchtwegen kunnen komen en hoe schadelijker voor de gezondheid. De kleinste deeltjes zijn niet zichtbaar voor het blote oog.

5.2 Tips voor een goede organisatie van de schoonmaak

Om grip te houden op de schoonmaak zijn duidelijke afspraken nodig. Dit is vaak lastig bij de inzet van ouders. Probeer de schoonmaak liever zoveel mogelijk te professionaliseren.

- Maak één medewerker van school verantwoordelijk voor het toezicht op de schoonmaak. Deze medewerker is aanspreekpunt voor collega's en schoonmakers.
- Maak met het schoonmaakbedrijf een schoonmaakplan waarin vastligt wat, hoe en hoe vaak er wordt schoongemaakt.
- Laat het bedrijf in een logboek of op een aftekenlijst bijhouden wat er wanneer is gereinigd (zie onder Aanbevolen informatiebronnen).
- Controleer de reinheid en verbeter zo nodig de afspraken met het bedrijf. Houdt hierover regelmatig contact met, bij voorkeur, één contactpersoon van het schoonmaakbedrijf.
- Indien er mechanische ventilatie is, sluit dan een onderhoudscontract af en laat de ventilatie optimaal afstellen (dit voorkomt onnodig energiegebruik)!

5.3 Tips voor een goede uitvoering van de schoonmaak

- Geef dagelijkse prioriteit aan het schoonmaken van plaatsen waar stof opwervelt, zoals de gangpaden, looproutes en speelplekken, ook als deze redelijk schoon lijken te zijn.
- Plekken waar stof gemakkelijk blijft liggen zonder op te dwarrelen, hoeven minder intensief schoongemaakt te worden.
- Gebruik voor gladde vloeren een brede stofbindende wisser. Gebruik een stofzuiger met een HEPA-filter voor boeken e.d. en voor textiel op vloeren en stoelen. En een vochtig microvezeldoekje voor tafels, deuren, enz. Het schone oppervlak moet vrijwel droog achterblijven. Dit geldt ook voor het schoolbord.
- Maak geen snelle bewegingen om te poetsen, te vegen of te stofzuigen, maar beweeg rustig om geen stof op te wervelen.
- Gebruik geen bezems en vergelijkbaar materieel dat stof doet opdwarrelen, maar kies ervoor om te swiffen, te moppen en om oppervlakten met een vochtige of kleverige doek af te nemen.
- Zet tijdens het schoonmaken zoveel mogelijk ramen wijd open.
- Laat de kinderen niet vegen, afstoffen of stofzuigen, om hen te beschermen tegen verergering van astma en dergelijke.
- Kies voor stofvrij schrijfmateriaal voor gebruik op het schoolbord.
- Was in de vakanties alle textiel op 60°C om huisstofmijten te doden.
- Leeg prullenbakken voordat etensresten beschimmelen.
- Het vochtig reinigen van tafels, deur, schoolbord, wasbak, speelgoed e.d. kan ingepast worden in activiteiten van een klas. Let wel op dat een kind met gevoelige luchtwegen een klusje zonder stof krijgt.

Schoonmaakmiddelen

Gebruik geen sterk geurende of agressieve schoonmaakmiddelen zoals chloor of dettol. Leerlingen en leerkrachten kunnen overgevoelig reageren op dergelijke schoonmaakmiddelen.



Hepa filter



Swiffer

Roosters en filters

Door stof raken roosters, filters en dergelijke snel vervuild en zelfs geheel verstopt. Bovendien kunnen vervuilde roosters en filters de lucht verontreinigen die naar binnen stroomt.

- Controleer in het begin de ventilatieroosters elke maand om een indruk te krijgen van hoe snel deze vuil worden.
- Houd roosters schoon, evenals openingen voor mechanische ventilatie.

- Ventilatoren, roosters en filters voor mechanische ventilatie moeten minimaal eenmaal per jaar worden gereinigd; daarbij moeten tevens de toevoerkanalen gecontroleerd worden en zo nodig schoongemaakt. Mechanische inblazing van lucht vergt bovendien regelmatige reiniging of vervanging van filters; in veel gevallen maandelijks, soms wekelijks. Als de toevoerfilters vies zijn, verhoog dan de frequentie van reiniging of vervanging totdat ze nooit meer zichtbaar verontreinigd zijn.



Vervuild ventilatierooster

Planten

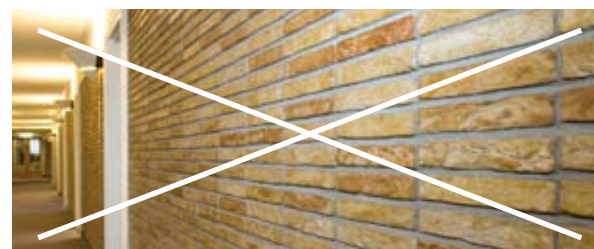
- Reinig potten en schotels regelmatig.
- Gebruik potten en schotels van hard materiaal zoals steen of plastic.
- Spoel af en toe het stof van de bladeren en stengels.
- Geef planten jaarlijks verse grond.

5.4 Tips voor een schoonmaakvriendelijke inrichting

- Zorg voor goede roosters en matten bij de entrees en voor een schoon schoolplein. Laat leerlingen hun voeten vegen.
- Zorg ervoor dat ruimten makkelijk schoon te houden zijn:
 - Kies gladde vloerbedekking en een gladde wandafwerking. Er zijn geluiddempende ondervloeren

zodat ook op de bovenverdieping een gladde vloerbedekking toepasbaar is zonder lawaaioverlast.

- Vervang schoon metselwerk door een gladde pleisterlaag.



Vermijd ruwe muurafwerking

- Kies voor kasten die precies aansluiten bij wanden en vloer, of juist hoog genoeg zijn, zodat eronder gereinigd kan worden.
- Vermijd volle tafels en vensterbanken.
- Kies voor gesloten kasten; vermijd losse spullen op planken.
- Maak afspraken met het schoonmaakbedrijf om de stoelen na de lestijd al dan niet op de tafels te plaatsen.
- Verwijder niet-reinigbare versieringen, werkstukken en dergelijke na een maand.
- Maak een lijst van niet goed reinigbare zaken en betrek die bij de planning van onderhoud en vernieuwing.
- Kussens en matrassen. Voorzie nieuwe kussens en matrassen direct vóór het eerste gebruik van antihuisstofmijt hoezen.



Anti huisstofmijthoezen

6

Praktische tips voor een betere ventilatie

6.1 Gedragstips voor een betere ventilatie

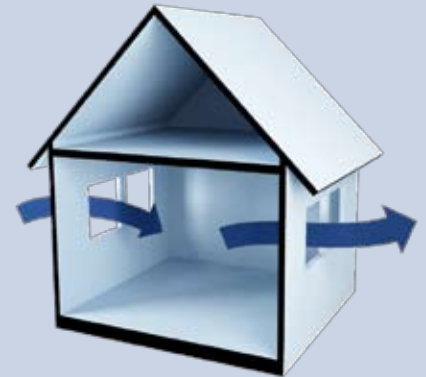
Gedragstip 1: Ventilatie

Zet alle hooggelegen ramen en roosters waarvan onderzijde minimaal 1,80 m boven vloeroppervlak ligt, op een kierstand.



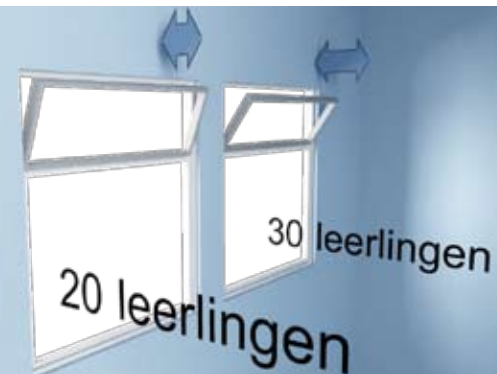
Gedragstip 2: Ventilatie

Zorg voor zoveel mogelijk dwarsventilatie door hoog gelegen ramen in twee tegenoverstaande gevels op een kier te zetten.



Gedragstip 3: Ventilatie

Stem de grootte van de kier af op het aantal kinderen (de kleur van de kooldioxidemeter) en de windsnelheid.





Gedragstip 4: Ventilatie

Ventileer altijd 24 uur per dag. Ventileer tijdens de lessen zoveel dat het stoplichtje op de kooldioxidemeter groen brandt, of tenminste oranje. Ventileer buiten de lestijden tenminste 180 m³/uur.



Gedragstip 5: Ventilatie

Lucht voor en na de les indien de ventilatiecapaciteit onvoldoende is.

Gedragstip 6: Ventilatie

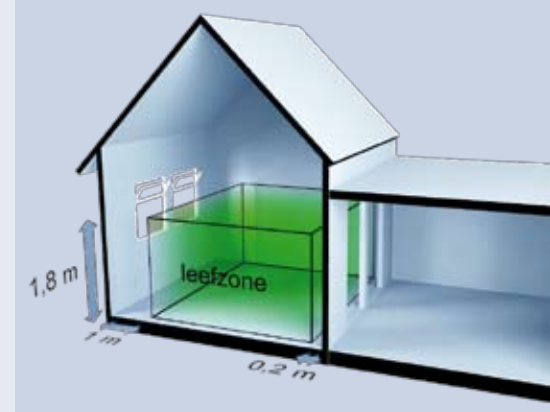
Voorkom kou en tocht met de behaaglijkheidstips uit 7.1.1 en 7.1.2

6

Praktische tips voor een betere ventilatie

Gedragstip 7: Ventilatie

Zet de grootste groepen in die ruimtes die de beste ventilatiemogelijkheden hebben. Houdt rekening met de leefzone (4.2).



Gedragstip 8: Ventilatie

Als een hal of gang gebruikt wordt als computerruimte, zorg dan voor voldoende ventilatie



6.2 Low budgettips voor een betere ventilatie

Lowbudget-tip 1: Ventilatie

Schaf een kooldioxidemeter aan, zodat de leerkracht kan zien of de lucht fris genoeg is.



Lowbudget-tip 2: Ventilatie

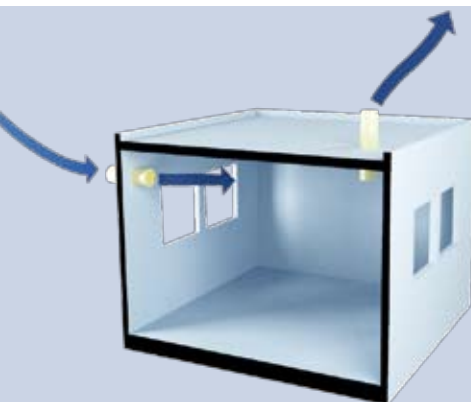
De capaciteit is voldoende, de instelling van klepramen is echter slecht regelbaar; het raam waait dicht. Verbeter de regelbaarheid van de klepramen met een bedienings-mechanisme waarmee het raam in iedere willekeurige stand kan worden vastgezet (traploos instelbaar).



Lowbudget-tip 3: Ventilatie

De ventilatiecapaciteit is te klein.

Verbeter de permanente ventilatie door het aanbrengen van een extra rooster in de gevel of een luchtafvoerpijp door het dak (bij laagbouw).



7

Praktische tips voor de behaaglijkheid

7.1.1 Gedragstips: minder last van koude en/of tocht

Gedragstip 9: Koude/tocht

Vraag iedereen warmere kleding te dragen. Denk naast truien ook eens aan microfiber ondergoed.



Gedragstip 10: Koude/tocht

- Zet zoveel mogelijk hoog geplaatste ramen op een kleine kierstand. (De onderzijde zit liefst 2,4 meter, maar ten minste 1,8 meter boven de vloer.)
- Zorg dat de luchtstroom vanuit de ramen naar boven is gericht (zie lowbudget tip 7).
- Zorg dat ventilatievoorzieningen goed regelbaar en instelbaar zijn.



Opmerking: Veel tips die bedoeld zijn om kou- of tochtklachten te voorkomen, verbeteren tevens de ventilatiemogelijkheden.



Gedragstip 11: Koude/tocht

- Zet tafeltjes en stoeltjes tenminste één meter vanaf een gevel met te openen ramen en roosters.

Gedragstip 12: Koude/tocht

- Houd deuren gesloten en dicht kieren en naden af om tocht te voorkomen en energieverlies te beperken.

7.1.2 Low budgettips: minder last van koude en/of tocht

Lowbudget-tip 4: Koude/tocht

Een vensterbank boven de cv-radiator remt de warme luchtstroom langs het raam naar boven. Hierdoor kan koude lucht uit hogergeplaatste ramen en roosters onvoldoende opwarmen.

Verplaats vensterbanken iets de klas in, zodat er achter de vensterbank een kier van minimaal 5 cm ontstaat. Hierdoor kan de warme lucht opstijgen. Een zelfde effect is te bereiken met roosters op regelmatige afstand van 5 x 20 cm in de vensterbanken.



Lowbudget-tip 5: Koude/tocht

Bij laag geplaatste (draai-) kiepramen komt er in de leefzone koude lucht.

Door het aanbrengen van zogenaamde zijschotten komt er alleen aan de bovenzijde van het raam koude lucht naar binnen. In het voor- en najaar geeft dit veel minder last van naar beneden vallende koude lucht.

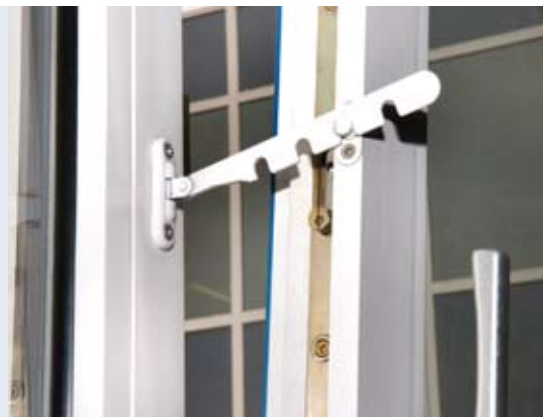
Bron foto: GGD Zuidoost-Brabant.
Proef met zijschermen lang draai/kiepramen.



Lowbudget-tip 6: Koude/tocht

Een klepraam kan niet goed op de gewenste kierstand vastgezet worden; de wind blaast het raam dicht.

- A. Maak ramen beter instelbaar door een instelbaar uitzetboompje aan te brengen.
- B. Kies een raam met een draaibaar handvat, dat op elke stand vastgezet kan worden.
Dit heet traploos instelbaar.





Lowbudget-tip 7: Koude/tocht

De koude lucht valt langs het raam direct naar beneden en veroorzaakt tocht bij de leerlingen die recht onder het raam zitten.

Door een schuin staande plexiglasplaat voor het raam te monteren, wordt de koude lucht beter gemengd met de binnenlucht voordat deze de leefzone bereikt.



Lowbudget-tip 8: Koude/tocht

In veel klaslokalen heeft slechts één radiator een thermostaatknop, met als resultaat dat deze ene radiator warm wordt en de andere koud blijven. Een koude radiator kan neervallende koude lucht uit ramen en roosters niet opwarmen.

Laat alle radiatoren voorzien van een te fixeren thermostaatknop en stel alle radiatoren op dezelfde temperatuur (of stand) in. Vraag aan de installateur of de verwarmingsinstallatie moet worden aangepast. Soms is het nodig om pompen te vervangen of leidingen aan te passen.

Lowbudget-tip 9: Koude/tocht

Het ene lokaal is te warm en het andere te koud.

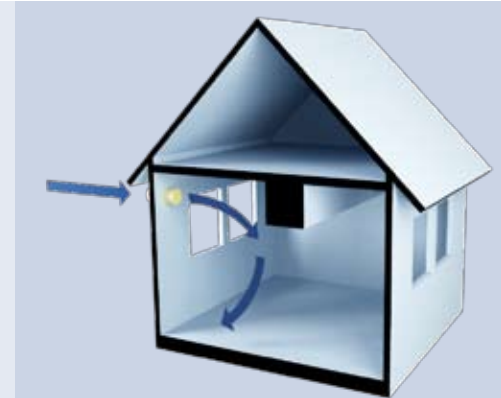
Maatregel

- Laat de sensor (voeler) van de binnentemperatuur in het koudste lokaal plaatsen.
- Laat de installateur de stooklijn van de verwarming anders instellen: voor de les hoog opstoken en tijdens de les lager (zie 10.1). Op deze manier wordt ook de energie efficiënter gebruikt.



Lowbudget-tip 10: Koude/tocht

Inblaasroosters voor mechanische ventilatie geven tochtklachten doordat de luchtstroom tegen obstakels (wand, balk) botst. Zorg voor een vrije doorgang van de binnenkomende lucht, zodat deze lucht zich vrij kan verspreiden. Kies eventueel een ander type rooster.



7.2.1 Gedragstips voor meer behaaglijkheid: minder last van warmte



Gedragstip 13: Te warm

Computers en monitoren produceren vaak veel warmte en gebruiken veel energie. Zet de computers alleen aan als ze gebruikt worden. Kies voor platte tft-monitoren.



Gedragstip 14: Te warm

Zonneschijn, computers, verlichting en de leerlingen zelf zorgen ervoor dat de temperatuur in het lokaal snel oploopt. Zet de thermostaat enkele graden lager.



Gedragstip 15: Te warm

In de zomerperiode, maar ook in het voor- en naseizoen, kan het door binnenkomende zonnestraling te warm worden. De zonwering gaat pas dicht als het (te) warm is. Sluit buitenzonwering tijdig, ook van ruimten die (nog) niet in gebruik zijn.

Aandachtspunten:

- Buitenzonwering is veel effectiever dan zonwering binnen.
- Zorg dat de zonwering de ventilatieopeningen niet afsluit.
- Achter screens kan het flink heet worden zodat via de roosters juist warme lucht naar binnen komt.

Gedragstip 16: Te warm

In zonnige periodes warmt een gebouw sterk op. Hierdoor begint het eerste lesuur al in een erg warm gebouw.

Pas zomernachtventilatie toe. In de nacht is de lucht meestal veel koeler, zodat de nacht de beste periode is om het gebouw te koelen.

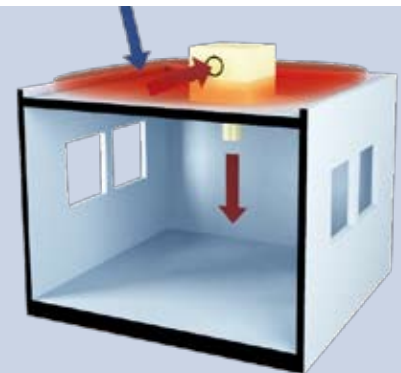
- Laat ventilatie-roosters/luikjes 's nachts open (let op inbraakbeveiliging)
- Zorg voor extra ventilatieopeningen.
- Laat de mechanische ventilatie na 2 uur 's nachts aanslaan als de binnentemperatuur hoger is dan 22 °C en het buiten 4 graden kouder is dan binnen.



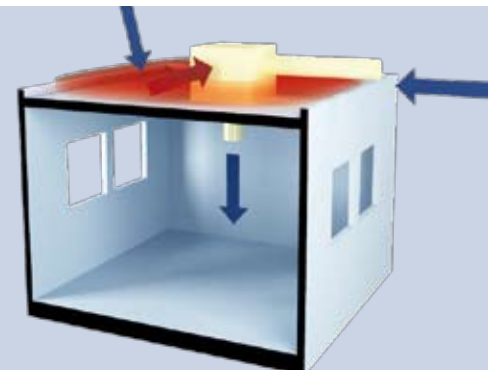
Gedragstip 17: Te warm

Op warme dagen blaast het mechanische ventilatiesysteem warme lucht in het lokaal. De school heeft een plat dak dat erg warm wordt op zonnige dagen. Hier staat ook de ventilatie-unit.

- Verleng de luchtaanvoer omhoog of naar de (koele) noordzijde.
- Schakel de bypass van de warmte terugwin installatie in (zie 9.5).



Dak te warm in de zomer



Verplaatsen van luchttoevoer



Gedragstip 18: Te warm

Als de zon langdurig op een plat dak schijnt, wordt de temperatuur van het gebouw erg hoog. Door dagelijks ongeveer 6 mm water op het dak te zetten, wordt de temperatuur in het gebouw minder hoog. In de loop van een warme dag verdampt het laagje water waardoor het dak koel blijft. Let erop dat er 's nachts geen water op het dak blijft staan. Een laagje restwater werkt als een warme deken en houdt het gebouw 's nachts juist warm.



Gedragstip 19: Te warm

Een plek direct naast het raam is zelden behaaglijk. Leerlingen zitten met de benen tegen de warme radiator, terwijl zij met hun hoofd voor het koude raam zitten. Plaats tafels en stoelen minstens één meter uit de buitenmuur

7.2.2 Lowbudgettips: minder last van warmte

Lowbudget-tip 11: Te warm

Zonwering aan de buitenzijde van het gebouw is effectief, maar kostbaar. Maak een houten raamwerk dat groter is dan het raam en span daarover een sterk doek. Bevestig aan de bovenzijde haken en plaats aan de onderzijde uitzetters voor een goede en doeltreffende zonwering.



Lowbudget-tip 12: Te warm

Warme lucht blijft vaak 'gevangen' in een gebouw. Hierdoor blijft het gebouw langdurig warm en begint de nieuwe dag met een hoge temperatuur. Bij scholen en kinderdagverblijven zonder etage is het vaak relatief eenvoudig om een dakdoorvoer te laten maken. Aangezien warme lucht lichter is dan koude, vindt de warme lucht zijn weg eenvoudig en snel naar buiten.



Lowbudget-tip 13: Te warm

De zon kan onbelemmerd op de muren van een gebouw schijnen. De zonwering schermt alleen de ramen af. De (stenen) buitengevel - en hiermee het gehele gebouw - warmt op. (le)Bomen voor een gebouw zorgen voor schaduw op de ramen en op het gebouw. Hierdoor blijft het gehele gebouw koeler. In de herfst verdwijnt het blad van de bomen en is het weer voldoende licht.

Denk eraan dat het snoeien (twee tot drie maal per jaar bij leibomen) kostbaar is en dat de beharing van platanenblad luchtwegklachten kan veroorzaken. Een doornloze cultivar van de valse christusdoorn (*Gleditsia triacanthos*) is de enige goede keus als men (ondanks de schaduwwerking) in de zomer in het leslokaal veel licht wil hebben.





Lowbudget-tip 14: Te warm

Veel zonweringen sluiten de ventilatieopeningen geheel of gedeeltelijk af. Een ander nadeel is dat de ruimtes enigszins verduisterd worden.

Plaats permanente jaloezieën aan de buitenzijde. Doordat de zon in de zomer hoog aan de hemel staat wordt de directe instraling tegengegaan. In de winter staat de zon lager en kan dan gewoon naar binnen schijnen.



Lowbudget-tip 15: Te warm

In veel klaslokalen heeft slechts één radiator een thermostaatknop, met als resultaat dat deze ene radiator warm wordt en de andere koud blijven. Een koude radiator kan neervallende koude lucht uit ramen en roosters niet opwarmen.

Laat alle radiatoren voorzien van een te fixeren thermostaatknop en stel alle radiatoren op dezelfde temperatuur (of stand) in. Vraag aan de installateur of de verwarmingsinstallatie moet worden aangepast. Soms is het nodig om pompen te vervangen of leidingen aan te passen.

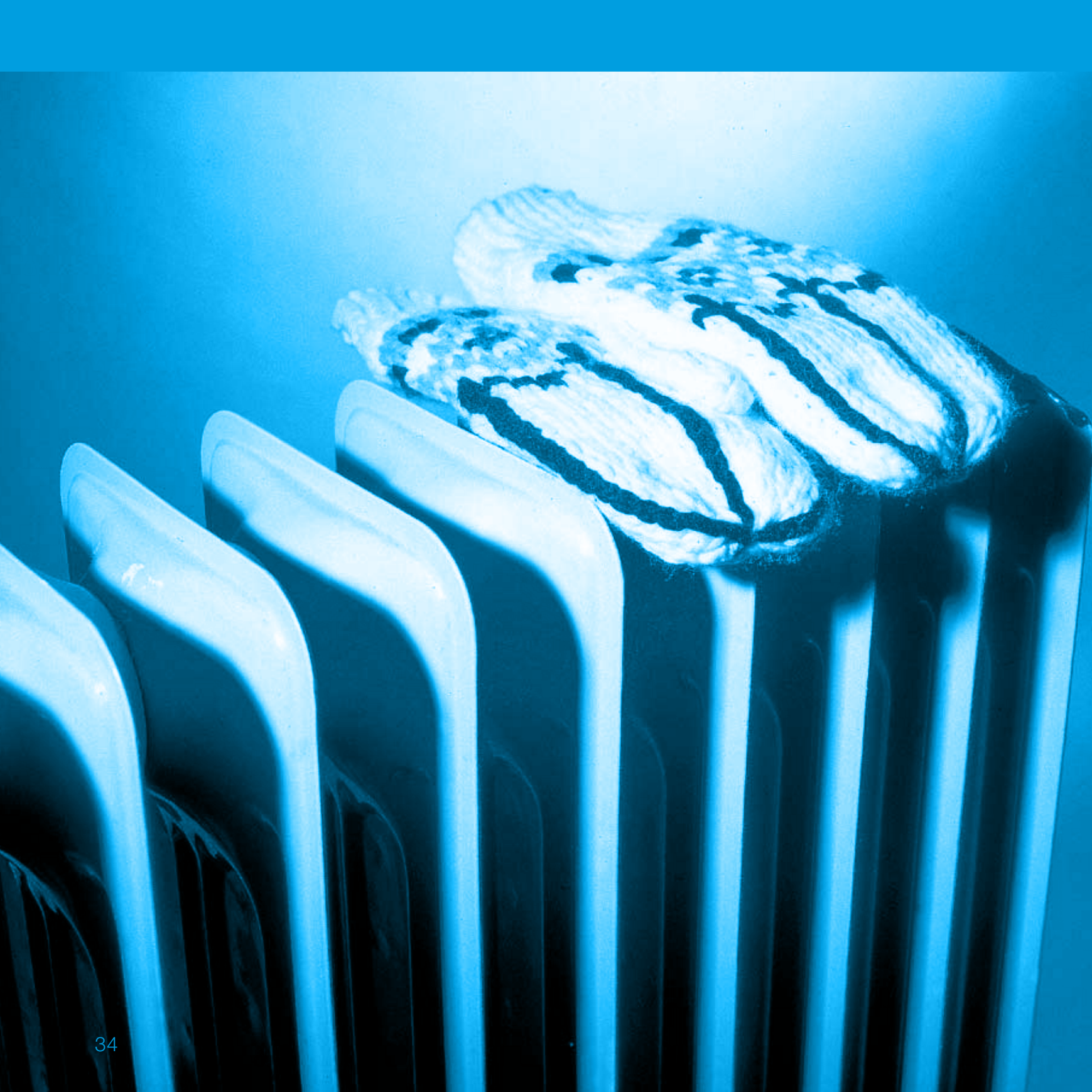


Lowbudget-tip 16: Te warm

In kinderdagverblijven slapen de kinderen in bedjes met zijschotten die de ventilatie sterk beperken. Vaak staan deze bedjes bovendien in slecht geventileerde ruimten.

Gebruik een zogenaamde Groninger babyhuisje of "lutje potje". Dit zijn kleine huisjes waarin een baby veilig voor weersinvloeden buiten kan liggen. Door het horrengaas kunnen insecten, maar ook katten of honden, het kind niet lastig vallen. Het dak kan een eindje open, zodat het bij warm weer ook aangenaam is in het huisje. Het huisje kan zomer en winter gebruikt worden.

Babyhuisjes zijn te huur maar u kunt ze ook zelf maken.



Deel B

8

Van de huidige naar de gewenste capaciteit voor luchtverversing

8.1 Inleiding

Soms helpen de gedrags- en lowbudgetmaatregelen uit deel A onvoldoende om de luchtkwaliteit structureel te verbeteren. In dat geval is het raadzaam om het ventilatiesysteem zelf aan te pakken. Er zijn vele ventilatiesystemen en systeemonderdelen op de markt, en elk systeem en elk systeemonderdeel heeft grote invloed op de uiteindelijke luchtkwaliteit. Het is niet gemakkelijk om een juiste keuze te maken. Deel B gaat in op deze problematiek. Hoofdstuk 8 biedt hulp bij het beantwoorden van de vraag hoe groot de ventilatiecapaciteit van de school op dit moment is en hoe groot deze zou moeten worden. Hoofdstuk 9 bevat aandachtspunten voor het selecteren van een ventilatiesysteem dat goed bij de school past en hoofdstuk 10 gaat in op de behaaglijkheid.

8.2 Welke capaciteit er is nodig voor de luchtverversing?

De gewenste capaciteit voor luchtverversing hangt af van het type luchtverontreiniging dat men wil afvoeren en de luchtkwaliteit die men wil hebben (zie 3.1). Tabel 1 geeft de gewenste capaciteiten bij verschillende doeleinden. In de laatste twee kolommen van de tabel staat hoe de gewenste capaciteit te realiseren is met klepramen als er sprake is van enkelzijdige- of dwarsventilatie. Voor de berekening van de totale breedte aan klepramen is uitgegaan van klepramen van 30 cm hoog. De kiergrootte van de klepramen staat op 12 cm en – in de tabel tussen haakjes vermeld – op 6 cm. Bij een kierstand van circa 6 cm is de

kans op tochtklachten het kleinst. In de praktijk zijn klepramen vaak alleen open te zetten op een kier van 12 tot 14 cm, al komt bijvoorbeeld 25 cm ook voor. De stand hangt af van het bedieningsmechanisme.

Gewenste capaciteiten voor luchtverversing per soort verontreiniging

Over de vraag hoeveelheid luchtverversing nodig is, bestaan verschillende normen en advieswaarden. De relatie tussen gezondheid en luchtverversing is onderwerp van diverse onderzoeken die zijn uitgevoerd; dergelijke onderzoeken vinden nog steeds plaats. De hier genoemde advieswaarden zijn gebaseerd op recente inzichten en vormen naar het oordeel van de GGD de beste garantie voor een gezonde leeromgeving.

De afvoer van menselijke geurstoffen

De ventilatiebehoefte voor de afvoer van menselijke geurstoffen in een basisschool hangt af van drie factoren:

- Het aantal leerlingen en leerkrachten in een groepsomgeving. Als er meer personen in een ruimte zijn dan is er meer verse lucht nodig.
- De leeftijd van de leerlingen. De exacte behoefte is evenredig met de grootte en de bewegelijkheid van de leerlingen. De tabel maakt onderscheid tussen kinderen van 12 jaar oud en volwassenen. Hierbij is als uitgangspunt genomen dat elk lokaal geschikt moet zijn voor de oudste groep leerlingen (de zwaarste belasting is de norm).
- De gewenste luchtkwaliteit. Hoe beter de gewenste kwaliteit, hoe meer lucht er continu vervangen moet worden.

De tabel vermeldt vier veel gehanteerde niveaus van luchtkwaliteit: 800, 1000, 1200 en 1400 ppm kooldioxide. Het meest ideaal is een luchtkwaliteit die beter is dan 800 ppm (zie 2.2). De technische mogelijkheden om grote hoeveelheden te ventileren worden echter ingeperkt door eisen die geluid en comfort (tocht) stellen. Door deze beperkingen en het grote aantal leerlingen per groepsruimte die we in Nederland gewend zijn, komt de GGD op praktische gronden tot de volgende advieswaarden voor de ventilatiecapaciteit in scholen:

- 750 m³ per uur per lokaal van 50 m² in bestaande scholen. Bij 20 leerlingen bereikt de luchtkwaliteit een waarde die beter is dan 1000 ppm kooldioxide, en bij 30 leerlingen beter dan 1200 ppm.
- 1000 m³ per uur per lokaal van 50 m² in nieuw te bouwen scholen. Bij 20 leerlingen bereikt de luchtkwaliteit een waarde die beter is dan 800, en bij 30 leerlingen beter dan 1000 ppm.

Tabel 1 maakt het mogelijk om uit te rekenen hoeveel ventilatie een groep nodig heeft.

Rekenvoorbeeld

Een groep telt 30 leerlingen en 1 leerkracht.

De gewenste luchtkwaliteit is 1000 ppm kooldioxide (CO₂). De totale ventilatiebehoefte is dan

30 leerlingen x 32 + 1 leerkracht x 51 = 1011 m³

verse lucht per uur. Zie de accentkleur in tabel 1 op de rechter pagina.

De capaciteit van 1011 m³ verse lucht per uur wordt via dwarsventilatie bereikt als in elk van de twee tegenover elkaar staande gevels in totaal 1,90 strekkende meter aan klepramen van 30 cm hoog 12 cm open staan. Of als 3,5 strekkende meter van het zelfde type klepraam op 6 cm open staat. De waarde bij een kierstand van 6 cm staat in de tabel tussen haakjes.

De afvoer van geur- en schadelijke stoffen van het gebouw en van inrichtingsmaterialen

Ook buiten lestijd is er ventilatie nodig om te voorkómen dat (geur)stoffen die vrijkomen uit het meubilair en de vloerbedekking zich ophopen. In een leeg lokaal van 50 m² is 180 tot 260 m³ verse lucht per uur nodig. De exacte hoeveelheid is afhankelijk van de materialen: bij een geur-arme inrichting is 180 m³ per uur voldoende. Deze 180 m³ per uur wordt bereikt met roosters van 6 cm hoog en een totale breedte van 1,7 meter in elk van twee tegenoverstaande gevels. Het gaat dus in totaal om 3,4 meter rooster-lengte per lesruimte.

Afvoer van warmte in de zomer en stank en schadelijke stoffen na calamiteiten

Voor het spuien van stank, schadelijke stoffen en warmte is een capaciteit van 4000 tot 5500 m³ per uur nodig. Dat komt overeen met 6 tot 8 m² raamopening in één gevel.

Afvoer van warmte opgeslagen in het schoolgebouw

Voor zomernachtventilatie is 1000 tot 1500 m³ per uur praktisch haalbaar. Bij ventilatie gedurende de nacht zijn de technische mogelijkheden uiteraard beperkt door de eisen die de inbraakpreventie stellen.

Tabel 1 Gewenste capaciteit voor luchtverversing afhankelijk van het doel

Doel is het afvoeren van (zie A 3.1):	Type luchtverversing (zie 3.2)	Gewenste luchtkwaliteit (zie 2.2)	Capaciteit per klaslokaal [m³/uur] (D)	Benodigde klepramen of roosters om aan de ventilatiebehoefte van 30 leerlingen en 1 leerkracht te voldoen	
				Eén buitengevel: enkelzijdige ventilatie	Twee buitengevels: dwarsventilatie
Geurstoffen van mensen	Ventilatie	1400 ppm (A)	20 per kind en 36 per leerkracht	(C) 5,75 (tot 10,25) m klepraam	1,25 (tot 2,0) m klepraam per gevel (C)
		1200 ppm	24 per kind en 38 per leerkracht (B)	Niet haalbaar	1,40 (tot 2,50) m klepraam per gevel (C)
		1000 ppm	32 per kind en 51 per leerkracht (B)	Niet haalbaar	1,90 (tot 3,50) m klepraam per gevel (C)
		800 ppm	48 per kind en 77 per leerkracht (B)	Niet haalbaar	2,80 (tot 5,0) m klepraam per gevel (C)
Geurstoffen van bouw- en inrichtingsmaterialen	Ventilatie	1 decipol: deze maat komt overeen met een geursterkte van mensen bij een ventilatie van 36 m³/ uur per volwassene	180 bij geurarme inrichting; anders 360	Niet haalbaar	Geurarm: 1,70 m rooster van 6 cm hoog; anders 3,35 m rooster van 6 cm hoog per gevel
Stank, schadelijke stoffen en warmte	Spuien		4000 tot 5500; dit komt overeen met 6 tot 8 m² raamopening in één gevel; bij 2 gevels: 1,5 m² opening per gevel	6 tot 8 m² raamopening	1,5 m² raamopening per gevel
Warmte opgeslagen in het schoolgebouw	Zomernacht ventilatie	Temperatuur van het schoolgebouw een paar graden verlagen	1000 tot 1500		1,25 m² rooster per gevel of 2 tot 3 m klepraam met tralie-werk per gevel (C)

- (A) Basisscholen gebouwd na 1986 met maximaal 25 leerlingen per klas zouden aan deze eis moeten kunnen voldoen;
- (B) Bij een kind van 12 jaar;
- (C) Berekend uitgaande van klepramen van 30 cm hoog, maximaal 1 meter breed en een opening van 12 cm; de waarde tussen haakjes hoort bij een opening van 6 cm (kierstand);
- (D) Dit zijn specifieke richtlijnen voor het werkelijke aantal leerlingen/leerkrachten in groepsruimten/klaslokalen. Daarnaast bestaat er nog een PVE (Programma van Eisen) Frisse Scholen met gestandaardiseerde ontwerprichtlijnen voor groepsruimten/klaslokalen waarbij de ventilatiecapaciteit uitgedrukt wordt per m2 vloeroppervlakte.

8.3 Ventilatie-eisen uit het Bouwbesluit 2003 en een goede luchtkwaliteit

Aan ventilatie in scholen worden door de wet eisen gesteld. Voor *nieuwbouw* gelden eisen voor de hoeveelheid lucht die per uur moet worden verversd en de wijze waarop dat gebeurt. De eisen voor een *bestaande* school hangen onder andere af van het jaar waarin de bouwvergunning is aangevraagd. In de afgelopen decennia zijn de eisen steeds verder aangescherpt. Ooit was de aanwezigheid van één te openen raam of deur al genoeg. De eisen die voor een specifieke school gelden, komen in deze paragraaf aan bod. Daarna wordt toegelicht dat het Bouwbesluit geen garantie biedt voor een goede luchtkwaliteit.

De wettelijke ventilatienormen voor *nieuwbouw* en voor bestaande schoolgebouwen staan in het Bouwbesluit 2003. (Zie <http://www.vrom.nl/pagina.html?id=18238>; paragraaf 3.10.1, pagina 150 en verder.) Het vloeroppervlak van een groepsruimte is maatgevend voor de wettelijke minimum ventilatie (Tabel 2).

Bij *nieuwbouw* is gemiddeld 630 m³ verse lucht per uur vereist, maar *minimaal* 504 m³ per uur per lokaal mits elders in het gebouw het tekort ten opzichte van 630 m³ per uur wordt gecompenseerd.

Bestaande scholen moeten *ten minste* voldoen aan de eisen voor bestaande bouw.

Bij een vloeroppervlak van 50 m² (een standaard groepsruimte) is in een bestaande school een capaciteit van minimaal 198 m³ verse lucht per uur voorgeschreven.

Daarnaast gelden soms nadere eisen; dit is afhankelijk van het jaar waarin de aanvraag voor een bouwvergunning werd ingediend. Als de bouwvergunning is ingediend:

- Vóór 1986: dan gelden alleen de eisen voor bestaande bouw, te weten 1,1 liter per seconde en per m²;
- Tussen 1986 en 1995: de eisen in NEN1089/NPR1090 gelden, te weten 5,5 liter per seconde per kind en 10 liter per seconde per leerkracht, *mits* deze eisen ten tijde van de aanvraag bouwvergunning in de gemeentelijke bouwverordening waren opgenomen. Dit is meestal het geval;
- Na 1995: de eisen voor nieuwbouw gelden, te weten 3,5 liter per seconde en per m². Het is de verantwoordelijkheid van de eigenaar om dit niveau na oplevering in stand te houden.

Het Bouwbesluit vormt geen garantie voor een goede luchtkwaliteit. De Gezondheidsraad adviseerde in 1984 om niet verder te gaan dan 1200 ppm kooldioxide. Tabel 2 laat zien hoeveel leerlingen van 12 jaar bij verschillende ventilatiehoeveelheden maximaal in een klas kunnen zonder de grens van 1200 ppm te overschrijden. Bij 198 m³ per uur kunnen, naast de leerkracht, slechts 6 leerlingen in de klas; bij 504 en 630 m³ per uur zijn dat respectievelijk 19 en 24 leerlingen. Het is ook interessant om te zien wat de luchtkwaliteit doet in een volle klas met 32 leerlingen en een leerkracht bij de verschillende wettelijke vastgelegde minimum ventilatiehoeveelheden. Met ventilatiehoeveelheden van 198, 504 en 630 m³ per uur bereikt de concentratie kooldioxide in de klas een niveau van respectievelijk 3700, 1700 en 1450 ppm.

Tabel 2 : Wettelijke ventilatie-eisen voor een standaard groepsruimte van 50 m² volgens het Bouwbesluit 2003 en de daarbij behorende maximale groeps grootte waarbij een luchtkwaliteit van 1200 ppm CO₂ niet wordt overschreden.

	Wettelijke minimale ventilatie in een ruimte van 50 m ²	Maximum aantal leerlingen (12 jaar) per ruimte bij 1200 ppm CO ₂
Bestaand gebouw (bouwaanvraag ouder dan 1968)	198 (m ³ /uur)	6 leerlingen
Nieuwe school (minimaal in een lokaal)	504 (m ³ /uur)	19 leerlingen
Nieuwe school (gemiddeld in een lokaal)	630 (m ³ /uur)	24 leerlingen

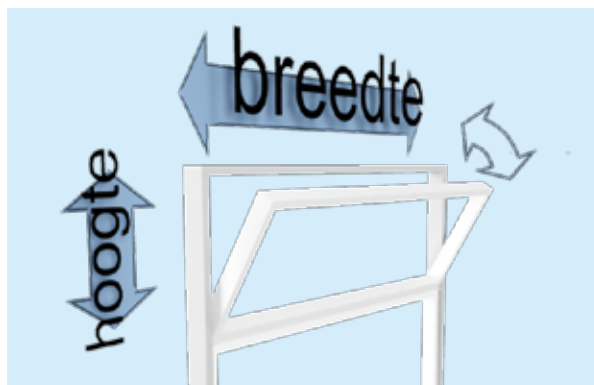
8.4 Het bepalen van de ventilatiecapaciteit van een lesruimte

8.4.1 Een gebouw met natuurlijke ventilatie via ramen en/of roosters

Als een klaslokaal (klep)ramen en/of ventilatieroosters heeft, dan kan met een *meetlat* (duimstok of rolmaat), een kopie van het *rekenblad* ²⁾ en een rekenmachine relatief eenvoudig een goede eerste indruk verkregen worden van de ventilatiecapaciteit. Tabel 3 geeft hiervan een voorbeeld. Bij de ventilatiecapaciteit gaat het om de hoeveelheid lucht die door de ene gevel het lokaal binnenkomt en via de tegen-overliggende gevel weer naar buiten gaat. De gevel met de meeste ramen/roosters heet gevel I, en de gevel daartegenover heet gevel II. Indien gevel II geen ramen of roosters heeft, is er sprake van enkelzijdige ventilatie.

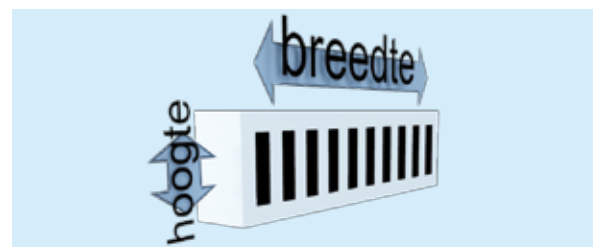
Het meten van de klepramen

U meet de breedte van alle (klep)ramen waarvan de onderzijde zich op 1,80 meter of meer boven de vloer bevindt en schrijft de maat op in centimeters op het rekenblad. U houdt de meetwaarden van gevel I apart van de meetwaarden van gevel II.



Het meten van de de roosters

U meet de breedte en de hoogte van elk rooster en schrijft de maat op in centimeters op het rekenblad. U meet alleen dat deel van het rooster waar de gaatjes zitten. (U meet dus niet de buitenkant van de ventilatiekast.) U houdt de meetwaarden van gevel I apart van de meetwaarden van gevel II.



Het berekenen van de klepramen

Per gevel telt u de totale raambreedte op en u vermenigvuldigt dat getal met 7,5. U deelt vervolgens door 10.000 (voor de omrekening van cm^2 naar m^2). U hebt nu voor elke gevel (I en II) één getal. Dit getal is een goede schatting van het ventilatieoppervlak. (Het getal 7,5 is gebaseerd op een standaard klepraam dat 6 cm openstaat en tevens aan de zijkanten lucht toe laat.)

Het berekenen van de roosters

Per rooster rekent u de oppervlakte uit (breedte maal hoogte) en per gevel telt u alle roosteroppervlakken op. Per gevel deelt u het getal door 2 en vervolgens door 10.000 (voor de omrekening van cm^2 naar m^2). Nu hebt u een goede schatting van het ventilatieoppervlak per gevel. (Het getal 2 is gebaseerd op de aanname dat 50% van het roosteroppervlak lucht doorlaat.)

Het totaal per gevel

Tel per gevel de ventilatieoppervlakken van de ramen en roosters bij elkaar op.

2) In januari 2009 komt een rekentool beschikbaar op www.ggdijsselland.nl --> 'milieu en gezondheid'

tabel 3 Rekenschema ventilatiecapaciteit: een rekenvoorbeeld

Gevel 1 (met de meeste ramen)

(Klep)ramen boven 1,80 m	Breedte (cm)	Uitzet (cm)	Oppervlak (m²)
Rekenwijze:	B	U	= B x U : 10.000
Raam 1	100	7,5	0,075
Raam 2	100	7,5	0,075
Raam 3		7,5	
Raam 4		7,5	
Raam 5		7,5	
Raam 6		7,5	
Roosters boven 1,80 m	Breedte (cm)	Hoogte (cm)	Oppervlak (m²)
Rekenwijze:	B	U	=BxU : 20.000
Rooster 1	100	6	0,003
Rooster 2	100	6	0,003
Rooster 3		6	
Rooster 4		6	
Rooster 5		6	
Rooster 6		6	

Totaal oppervlak opening in gevel 1 **(A)** 0,21

Gevel 2 (ligt tegenover gevel 1)

(Klep)ramen boven 1,80 m	Breedte (cm)	Uitzet (cm)	Oppervlak (m²)
Rekenwijze:	B	U	= B x U : 10.000
Raam 1	60	7,5	0,045
Raam 2	60	7,5	0,045
Raam 3		7,5	
Raam 4		7,5	
Raam 5		7,5	
Raam 6		7,5	
Roosters boven 1,80 m	Breedte (cm)	Hoogte (cm)	Oppervlak (m²)
Rekenwijze:	B	U	=BxU : 20.000
Rooster 1		6	
Rooster 2		6	
Rooster 3		6	
Rooster 4		6	
Rooster 5		6	
Rooster 6		6	

Totaal oppervlak opening in gevel 2 **(B)** 0,09

Totaalberekeningen

Berekeningen			
Bepaal de kleinste van (A) en (B)	0,09	= (C)	
Bepaal de grootste van (A) en (B)	0,21	= (D)	
Bereken (C) x 3600	324	= (E)	= bijdrage dwarsventilatie
Bereken ((D)-(C)) x 720	86	= (F)	= bijdrage enkelzijdige ventilatie
Bereken (E) + (F)	410 (m³/u)		= totale ventilatie capaciteit

In januari 2009 komt een rekentool beschikbaar op www.ggdijsselland.nl --> 'milieu en gezondheid'

Eén gevel met ventilatiemogelijkheden

Als er maar één gevel is met ventilatiemogelijkheden, dan is er sprake van enkelvoudige ventilatie en dient u het ventilatieoppervlak van deze ene gevel met 720 te vermenigvuldigen om de ventilatiecapaciteit te weten.

Twee gevels met ventilatiemogelijkheden

Dan is er sprake van zowel dwars- als enkelvoudige ventilatie.

Dwarsventilatie

Bepaal welke gevel het kleinste ventilatieoppervlak heeft. De gevel met het kleinste ventilatieoppervlak bepaalt de hoeveelheid dwarsventilatie. Vermenigvuldig dit ventilatieoppervlak met 3600 voor de dwarsventilatie. (Het getal 3600 is een rekenfactor die gebaseerd is op veel voorkomende luchtsnelheden in een raamopeningen in Nederland. In 80% van de tijd is de werkelijke ventilatie minimaal gelijk aan de berekende ventilatie.)

Enkelvoudige ventilatie

Trek het kleinste ventilatieoppervlak af van het grootste ventilatieoppervlak. Vermenigvuldig deze uitkomst met 720 voor de enkelzijdige ventilatie. (Voor de rekenfactor 720 geldt hetzelfde als voor de rekenfactor 3600.)

Totale ventilatie

Tel de dwarsventilatie en de enkelzijdige ventilatie bij elkaar op.

8.4.2 Een gebouw met mechanische ventilatie

Bij mechanische ventilatie zorgt een ventilator ervoor, dat er lucht (via roosters) in de groepsruimten wordt geblazen. In de bouwdocumenten (ventilatieberekening of inregelrapport) staat wat de ventilatiecapaciteit is of zou moeten zijn. Het loont de moeite om de ventilatiecapaciteit opnieuw te laten meten door een installateur of adviesbureau als:

- Het gebouw meer dan twee jaar oud is;
- Het systeem meer dan twee jaar geleden is onderhouden en ingeregeld.

De ervaring leert dat bij mechanische ventilatie de capaciteit in de loop van de tijd achteruit gaat. Daarnaast ontregelen installaties in de loop van de tijd.

8.4.3 Globale beoordeling van de ventilatiecapaciteit van een schoolgebouw

De *ventilatiebehoefte* is afhankelijk van de gewenste lucht-kwaliteit: hoe hoger de kwaliteitseisen, hoe meer ventilatie er nodig is (zie 2.2 en 8.2). Het bestuur en de directie beslissen welke luchtkwaliteit zij wenselijk vinden. De bestaande *ventilatiecapaciteit* van het schoolgebouw is te schatten met behulp van de informatie uit de paragrafen 8.4.1 en 8.4.2.

Nu kan een vergelijking gemaakt worden tussen de *ventilatiebehoefte* en de *ventilatiecapaciteit*. Deze vergelijking geeft antwoord op de vraag of het bestaande ventilatiesysteem moet veranderen en zo ja, in welke mate. Als er echter ingrijpende bouwkundige veranderingen worden overwogen, dan is het verstandig om voorafgaande aan de aanbesteding de ventilatiecapaciteit nauwkeurig te laten berekenen of te meten door bijvoorbeeld een installateur of bouwkundig adviesbureau.

9

Het uitbreiden van de capaciteit voor luchtverversing

9.1 Inleiding

Indien het rode lampje van de kooldioxide-stoplichtmeter vrijwel altijd brandt en de gedrags- en low budgetmaatregelen uit deel A onvoldoende zijn, dan is het tijd om aan grotere investeringen te denken ter vergroting van de ventilatiecapaciteit. Paragraaf 8.4.3 geeft globaal inzicht in hoeveel er extra nodig is. Uiteraard levert dit een financieeringsvraagstuk op. Dit valt echter buiten het bestek van dit boekje.

Er is een antwoord nodig op de onderstaande vragen om te kunnen beoordelen of een ventilatiesysteem geschikt is.

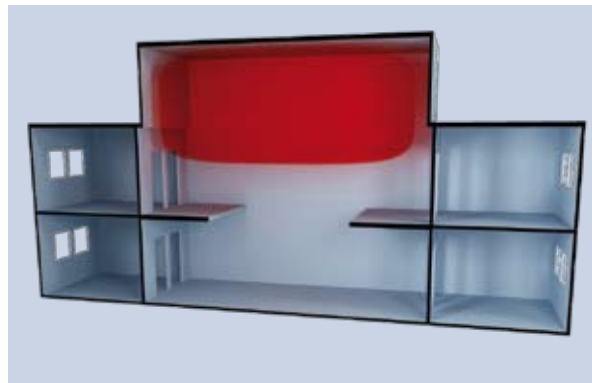
- ① Wanneer is natuurlijke ventilatie geschikt en wanneer heeft mechanisch ventilatie de voorkeur? Wat zijn de aandachtspunten bij deze twee systemen voor een behaaglijk binnenklimaat en een goede luchtkwaliteit?
- ② Heeft een centraal systeem of een systeem per groepsruimte de voorkeur?
- ③ Hoe kunnen inbraakbeveiliging en nachtventilatie samengaan?
- ④ Wat is de beste manier om het energieverbruik te beperken?

De volgende paragrafen gaan in op deze vragen.

9.2 Natuurlijk of mechanisch, en op een goede manier

Voor de luchtkwaliteit maakt het in principe niet uit of de ventilatiewijze natuurlijk of mechanisch is, mits het systeem zorgvuldig ontworpen, aangelegd en onderhouden is. Echter, in onderstaande situaties maakt het wel uit

- ① Pas mechanische *afvoer* van lucht toe als natuurlijke *afvoer* onmogelijk is én de verwarmingsketel een gesloten type is.
- ② Pas géén mechanische *afvoer* van lucht toe als er een *open* verwarmingsketel (verbrandingstoestel) in het gebouw aanwezig is en de kans bestaat op lekkage van verbrandingsgassen naar de ruimten waar mensen verblijven.
- ③ Pas mechanische *toevoer* van lucht toe als natuurlijke *toevoer* onbetrouwbaar is (de afstand tussen raam/rooster en een groot obstakel is kleiner dan 10 meter).



Voor uitleg zie toelichting punt 1, rechter pagina.

Toelichting op punt 1

Mechanische *afvoer* heeft de voorkeur als dwarsventilatie niet mogelijk is. Dit is het geval als slechts één buitengevel is voorzien van roosters of ramen die open kunnen en als daarnaast afvoer door het dak onmogelijk is.

Deze situatie doet zich bijvoorbeeld voor als een klaslokaal slechts één buitengevel met ramen heeft en aan de andere zijde grenst aan een centrale ruimte of gang en gesitueerd is in een gebouw met meer dan één verdieping. Een ander voorbeeld is een situatie waarin een kanaal voor natuurlijke luchtafvoer niet goed functioneert: de afvoerpijp steekt niet ver genoeg uit boven het dak, of staat te dicht bij een wand of een omhoog rijzend dakvlak. In deze situatie ontstaan zogenaamde valwinden die ervoor zorgen dat de buitenlucht via de afvoerpijp naar binnen stroomt in plaats van andersom.

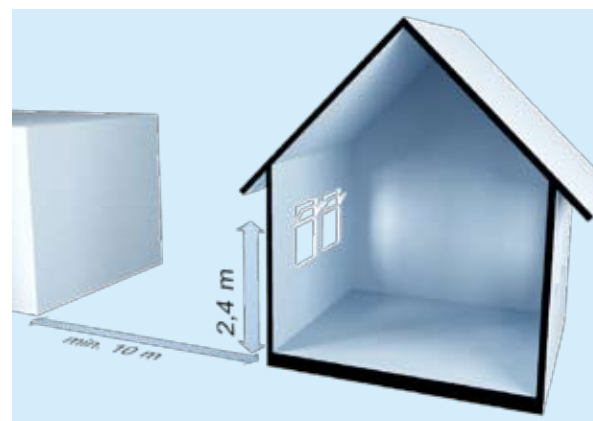
Toelichting op punt 2

Een *gesloten* verwarmingsketel is een absolute *voorwaarde* om mechanische afvoer te kunnen toepassen. Dit type ketel is geheel dicht en haalt de zuurstof rechtstreeks van buiten het gebouw. Bij de ouderwetse open ketels wordt de zuurstof voor de verbranding aangezogen vanuit de ruimte waar de ketel staat, terwijl de verbrandingslucht rechtstreeks naar buiten gaat. Als er in een gebouw met een open verwarmingsketel mechanische afzuiging wordt aangelegd en de ruimte met de verwarmingsketel met een deur in verbinding staat met de rest van het gebouw, kan er in de omgeving van de ketel een onderdruk ontstaan. Als gevolg van deze onderdruk gaan alle verbrandingsgassen niet meer direct naar buiten, maar komt een deel van deze gassen in het gebouw terecht. Verbrandingsgassen bevatten koolmonoxide, een zeer giftig gas dat zelfs in lage concentraties al dodelijk is.

Toelichting op punt 3

Klepramen en roosters functioneren alleen goed als er tenminste 10 meter afstand zit tussen de buitengevel

(waarin deze ramen en/of roosters zitten) en een groot obstakel buiten de school, zoals een muur of dak van een ander gebouw, of een andere vleugel van de school. Als de ramen of roosters niet goed lucht aanvoeren, dan biedt *mechanische luchtaanvoer* uitkomst. Een *natuurlijke afvoer* van lucht via de ramen is in deze situatie vaak wel mogelijk: de mechanische aanvoer zorgt immers voor overdruk binnenin het gebouw, zodat de lucht naar buiten wordt geperst.



Minimum afstand tussen raam en obstakel

Twee belangrijke aandachtspunten bij het ventileren

Tochtvrije aanvoer van koele buitenlucht

Bij ventilatie dient veel aandacht besteedt te worden aan het *tochtvrij aanvoeren* van de verse buitenlucht naar de leefzone; dat geldt zowel voor mechanische als natuurlijke ventilatie. Bij *natuurlijke luchttoevoer* is het belangrijk dat de afstand tussen de onderzijde van ramen of roosters en de vloer meer is dan 1,80 meter, maar liever nog meer dan 2,40 meter. Hierdoor wordt de koude buitenlucht eerst gemengd met warme binnenlucht voordat deze de leefzone bereikt. Klepramen en roosters dienen bovendien *goed instelbaar* en *bedienbaar* te zijn. Het is niet de bedoeling dat een

leerkracht op een (wiebelige) stoel of tafel klimt om frisse lucht te krijgen. Klepramen moeten op de gewenste kierstand blijven staan, de wind mag ze niet dichtdrukken. Hiervoor bestaan speciale systemen die in de vakhandel ‘traploos instelbaar’ heten.

Bij mechanische *aanvoer* blaast een ventilator verse lucht in de groepsruimte. Hierbij is het belangrijk dat de *luchtstroom niet tegen obstakels* (zoals een muur of balk) botst. Bij de typekeuze en de plaatsing van de inblaasroosters dient hiermee rekening te worden gehouden. Voor het binnenblazen van grote hoeveelheden lucht zijn textiele kanalen (slangen) zeer geschikt. Deze worden aan het plafond gemonteerd. Door het weefsel wordt de frisse buitenlucht fijn verdeeld en tochtvrij ingeblazen.

Geluidhinder bij mechanische ventilatie

Geluidhinder vormt een zeer belangrijk aandachtspunt bij mechanische ventilatie. Veel mechanische systemen worden niet of nauwelijks gebruikt vanwege dit ene nadeel. Een ventilator maakt meer lawaai naarmate hij sneller draait en er ontstaat meer geluid in luchtkanalen en inblaasroosters als de lichtsnelheid hoger is. De GGD adviseert dat alle ventilatievoorzieningen tezamen in een ruimte maximaal 35 dB(A) aan geluid mogen produceren, liefst echter nog minder. Als er in een lesruimte meer achtergrondgeluid is, dan gaat dat ten koste van het leerklimaat. Voor de vermindering van de geluidproductie zijn de volgende punten van belang:

- De ventilator moet bevestigd worden aan een zwaar bouwdeel (bijvoorbeeld een zware muur) om de trillingen van de ventilator zo goed mogelijk te dempen.
- Er mogen uitsluitend trillingsdempende bevestigingsmiddelen gebruikt worden voor de montage van het ventilatiesysteem.

- Tussen de ventilator en de kanalen naar de lesruimten dienen geluiddempende kanaaldelen van voldoende lengte aangebracht te worden.
- Minimaliseer het aantal bochten en vermijd plotselinge overgangen in diameter en vorm van de kanalen.
- Kies inblaasroosters die weinig lawaai produceren.
- Ontwerp een systeem met meer capaciteit dan minimaal vereist is, zodat er met lagere ventilator- en luchtsnelheden volstaan kan worden. Lagere snelheden veroorzaken in minder geluid.
- Laat het systeem goed onderhouden. Een vervuilde ventilator raakt in onbalans en gaat dan veel lawaai maken. Ook vervuilde kanalen en roosters maken meer lawaai dan schone.

4.3 Mechanische ventilatie, centraal of per ruimte

Mechanische ventilatie kan centraal aangelegd worden, maar ook per groepsruimte. Bij een *centraal* systeem staat de kast met ventilatie-apparatuur meestal op het dak. Daarvandaan lopen buizen door de school naar de lokalen. Een dergelijk systeem heeft als voordeel dat de leerkrachten zich niet bewust hoeven bezig te houden met ventilatie. Tijdens de schooltijden wordt automatisch geventileerd. Nadeel is dat de leerkrachten de ventilatie in hun eigen lokaal niet zelf kunnen aanpassen aan specifieke wensen en omstandigheden. Als de helft van de leerlingen een dagdeel buiten het lokaal vertoeft, dan is er minder ventilatie nodig dan wanneer de groep compleet is. Centrale systemen zijn voorzien van een bepaald besturingsprogramma of regeling. Regelingen gaan uit van omstandigheden die vooraf te voorzien zijn. Bijvoorbeeld: er wordt geventileerd voor een *gemiddeld aantal* leerlingen en *alleen*

tijdens de schooltijden. Dat lijkt logisch. Echter, een school organiseert ook wel eens een ouderavond, of een andere bijeenkomst buiten de reguliere schooltijden. In dergelijke situaties is het erg handig als de leerkracht de ventilatie in het eigen lokaal zelf kan instellen. Centrale regelingen zijn vaak niet helder, inzichtelijk en aanpasbaar aan specifieke omstandigheden met als gevolg dat de ventilatie niet optimaal is. Bij de keuze tussen een centraal systeem of een systeem per lokaal zou in ieder geval de totale geluidproductie niet hoger mogen zijn dan 35 dB(A) en zou de ventilatie per lokaal regelbaar moeten zijn.

9.4 Hoe kunnen inbraakbeveiliging en nachtventilatie samen gaan?

Scholen worden meestal beveiligd volgens de *VNG/Marsh-norm*. Een eis is dat de begane grond een elektronische inbraakbeveiliging heeft. De goedkoopste en meest toegepaste oplossing zijn infrarood sensoren. Nadeel van deze sensoren is hun gevoeligheid voor luchtbeweging als tocht of warme lucht die opstijgt van de cv-radiator. Zij geven vaak vals alarm en alleen door 's nachts niet te ventileren, wordt dit probleem verholpen.

Het is echter wel mogelijk om 's nachts te ventileren als er zogenaamde combinatiesensoren zijn. Vals alarm komt dan bijna niet meer voor. De meerkosten zijn ongeveer vijftien euro per sensor. Deze sensor bestaat uit een combinatie van een infrarood- en radarsensor, de ene reageert op warmte en de ander op bewegende objecten. De combinatiesensor geeft pas alarm als beide sensoren een signaal geven. Aangezien radar niet reageert op luchtbewegingen, geeft deze combinatiesensor geen alarm als het tocht. Zo kan er buiten schooltijd geventileerd worden

terwijl de school beveiligd is volgens de *VNG/Marsh-norm*. Punt van aandacht is dat de radarsensor wel reageert op bewegende objecten zoals vrij hangende gordijnen of werkjes van kinderen die aan een draad hangen. Tekeningen moeten dus onbeweeglijk aan de muur vastzitten.

Voor ventilatie en "koeling" (zomernachtventilatie) buiten schooltijd ligt het gebruik van roosters het meest voor de hand. Vergeleken met klepramen hebben de standaard ventilatieroosters een kleine ventilatiecapaciteit, maar deze roosters zijn zeer geschikt om buiten schooltijd de afvoer van geurstoffen uit meubilair en dergelijke te verzorgen. Voor het afkoelen van een gebouw tijdens echt warme perioden, is een grotere capaciteit nodig. Er zijn speciale roosters op de markt met een grotere capaciteit en met V-vormige lamellen die verhinderen dat er voorwerpen naar binnen kunnen worden gegoooid. Klepramen worden inbraakwerend met traliwerk. Om te voorkomen dat de school op een gevangenis gaat lijken, zijn barrières denkbaar in grappige vormen (clown, acrobaat, vlinder etc.) en in leuke, frisse kleuren.

9.5 Energiebesparing

80% van de scholen ventileert te weinig. Het gaat hier om nieuwe en bestaande scholen. In de koele perioden kost het meer energie als er meer geventileerd wordt (als de ramen en roosters verder en langer open staan). Als de ventilatiecapaciteit wordt uitgebreid, besteedt dan ook aandacht aan energiebesparing. De extra investeringen verdienen zich hiermee (deels) terug. Ventileer goed, maar niet meer dan nodig is voor de gezondheid en voor goede leerprestaties.

Voor voldoende comfort moet de aangevoerde koude ventilatielucht tot een behaaglijke temperatuur worden opgewarmd voordat deze in de leefzone komt. Het opwarmen van koude lucht kost energie.

Bij *mechanische ventilatie* zijn er twee mogelijkheden om het energieverbruik door ventilatie te verminderen. Daarbij staat centraal dat de warmte (=energie) uit de afgevoerde lucht wordt teruggewonnen. Deze energie kan op twee manieren weer worden benut:

- 1 De warmte kan worden overgedragen op de aangevoerde koude buitenlucht die daarmee wordt voorverwarmd. Dit proces vindt plaats in een zogenaamde warmte-terugwin-unit (WTW). Dit apparaat is een onderdeel van een systeem voor gebalanceerde ventilatie en wordt veel toegepast bij nieuwbouw;
- 2 De warmte wordt door een warmtepomp overgedragen aan het verwarmingssysteem. Dat kan alleen als de school is voorzien van een lage temperatuurverwarming zoals vloerverwarming. Een warmtepomp kan namelijk slechts een beperkt temperatuursverschil overbruggen tussen de lucht en het verwarmingswater.

Zoals eerder genoemd is een belangrijk aandachtspunt bij mechanische ventilatie dat de geluidproductie in een ruimte kleiner moet zijn dan 35 dB(A). Ook moet het systeem altijd goed schoon zijn om geluidhinder tegen te gaan (zie 9.2).

Van de WTW's (warmte-terugwin-units) bestaan twee hoofdtypen:

- 1 Tegenstroom of kruisstroom
- 2 Warmtewiel

In principe mogen beide typen WTW's uitsluitend warmte overdragen van de afgevoerde naar de aangevoerde luchtstroom. Aan het warmtewiel (type 2) is een (beperkt) gezondheidsrisico verbonden, ondanks de toepassing van filters. Een warmtewiel bestaat uit een ronde schijf die ronddraait door de ruimte met uitstromende vuile lucht en de ruimte met instromende schone lucht. In dat proces kunnen eventueel schadelijke stoffen, vocht, en mogelijk ook microben, worden overgedragen. Dit risico wordt alleen vermeden indien het warmtewiel voorzien is van een zogenaamde spoelzone, in de luchtaanvoer overdruk heerst ten opzichte van de luchtafvoer, afdichtingmaterialen regelmatig worden gecontroleerd en het systeem goed wordt onderhouden. Met name dat laatste maakt dit systeem kwetsbaar bij toepassing in scholen omdat daar het onderhoud vaak te wensen overlaat.

Ook een belangrijk aandachtspunt is dat de WTW een *bypass* heeft. Deze zorgt ervoor dat tijdens warme perioden de luchtaanvoer buiten de WTW om gaat, zodat de frisse buitenlucht niet wordt opgewarmd. Dit vermindert de kans op oververhitting.

Ook bij *natuurlijke ventilatie* is energiebesparing mogelijk, namelijk via de toepassing van geregelde luchttoevoerroosters. Deze roosters laten een constante hoeveelheid lucht door ongeacht hoe hard het waait. Hierdoor ventileert men nooit te veel. Met dit type geregelde roosters in combinatie met mechanische afvoer zijn zeer complexe ventilatiesystemen mogelijk, waarbij de actuele ventilatiecapaciteit wordt gestuurd op basis van de kooldioxideconcentratie in het klaslokaal. Nadeel van kooldioxidesturing is dat de kooldioxideconcentratie niet als enige bepaalt wat een gezonde luchtkwaliteit is. De kooldioxideconcentratie kan goed zijn doordat er weinig leerlingen in de groepsruimte zijn, terwijl het meubilair en de vloerbedek-

king tegelijkertijd teveel geurstoffen aan de binnenlucht afstaan. Soms worden deze systemen zo ingewikkeld, dat gebruikers (leerkrachten) er moeilijk mee overweg kunnen. Ook volledig mechanische systemen kunnen kooldioxide gestuurd worden. Hierbij gelden dezelfde opmerkingen als hierboven bij de kooldioxidegestuurde natuurlijke ventilatie.

Het is belangrijk om bij energiebesparing verder te kijken dan naar ventilatie alleen: kijk ook eens naar de instelling van de verwarming. Uit metingen van de GGD is gebleken dat op diverse basisscholen de verwarming ook in het weekend volop brandt. Het goed afstellen van de verwarming is een eerste stap die vaak veel energiewinst oplevert en vrijwel niets kost (zie ook paragraaf 10.1). Stap twee is het verlagen van de temperatuurinstelling van de thermostaat. Streeft men naar een temperatuur van 21 graden, stel de thermostaat dan in op bijvoorbeeld

18 of 19 graden; door de warmteproductie van de leerlingen gaat de temperatuur vanzelf omhoog zodra zij in de klas zitten. Met een beetje experimenteren kunt u ontdekken wat op uw school de beste instelling van de thermostaat is. Daarnaast is het belangrijk om warmteverliezen te beperken door toepassing van isolerende beglazing en isolatie van de buitenmuren, de vloer en het dak.

9.6 Overzicht van ventilatiesystemen

Natuurlijke toevoer hoog in de gevel en natuurlijke afvoer

Bij dit systeem wordt verse buitenlucht toegevoerd via hoog in de gevel gelegen (klep(ramen) en roosters. Ook de luchtafvoer vindt plaats via openstaande (klep)ramen of eventuele luchtafvoerkanalen in het dak. Dit systeem komt in bestaande scholen het meeste voor. De toepassing van moderne geregelde toevoerroosters bespaart energie.



Natuurlijke toe- en afvoer hoog in de gevel

Natuurlijke toevoer langs het plafond, mechanische afvoer

Bij dit systeem wordt buitenlucht via hoog in de gevel gelegen, geregelde luchttoevoerroosters (constante capaciteit) aangevoerd, langs een gebogen plaat geleid en via een nauwe spleet tussen de plaat en het plafond naar binnen gelaten. Hier - ver buiten de leefzone - mengt de koude buitenlucht zich met de warme lucht in het lokaal. Dit systeem is ontwikkeld door Peter van den Engel (TU Delft) en heeft als plezierige eigenschap dat in een lesruimte ongeveer 750 m³ per uur tochtvrij geventileerd wordt.



Natuurlijke toevoer via bestaande cv-radiator, mechanische afvoer

In de buitengevel achter een radiator worden enkele gaten gemaakt. Deze staan via een geregelde luchtinvoer in ver-binding met een afgesloten ruimte achter de radiator. De aangevoerde koude buitenlucht wordt door de radiator voorverwarmd en stroomt op natuurlijke wijze via een

rooster in de groepsruimte. Alhoewel dit systeem uitmondt op minder dan 1,80 meter vanaf de vloer is de kans op koudeklachten relatief gering omdat de snelheid van de binnenstromende lucht laag is. Dit geldt ook als de verwarming uitstaat. De capaciteit van dit systeem is echter beperkt; het is geschikt als aanvulling op bestaande ventilatievoorzieningen.



Mechanische toevoer of gebalanceerde ventilatie (met WTW) ter hoogte van de cv-radiator

Bij deze systemen wordt op mechanische wijze lucht ingeblazen of, bij gebalanceerde ventilatie, zowel ingeblazen als afgevoerd via openingen in de gevel ter hoogte van de cv-radiator. Nadeel van deze systemen is de hoeveelheid geluid die al ontstaat bij een relatief geringe ventilatiecapaciteit. Doordat meerdere units nodig zijn om voldoende capaciteit te realiseren, moeten de geluid-producties (logaritmisch) bij elkaar worden opgeteld en

wordt de grenswaarde van 35 dB(A) vrijwel altijd overschreden. De gebalanceerde variant met WTW heeft als voordeel dat energie wordt bespaard.



Mechanische toevoer bovenin het lokaal en natuurlijke afvoer

Bij dit systeem wordt lucht in de groepsruimte geblazen. Dat kan via roosters, maar bij grote hoeveelheden lucht is het behaaglijker om via textiele slangen lucht toe te voeren. Door de toevoer van lucht ontstaat er een overdruk waardoor de lucht eenvoudig via klepramen naar buiten wordt geperst. Het systeem werkt per lesruimte. Met twee units per lesruimte is een capaciteit van 1000 m³ per uur haalbaar bij 35 dB(A). Een variant op dit systeem is ontwikkeld door TNO en wordt in 2008 getest. Hierbij wordt de lucht mechanisch toegevoerd via gaatjes in het systeem-plafond. Aan- en afvoer geschieden via de buitengevel.



Mechanische toevoer en mechanische afvoer (gebalanceerde ventilatie met WTW)

Hiervan bestaan twee hoofdtypen: een systeem per groepsruimte en een centraal systeem voor het hele schoolgebouw. Bij de lokale variant is een capaciteit van 650 m³ per uur bij 35 dB(A) haalbaar, of 900 m³ per uur bij 37 dB(A).

De centrale variant bestaat uit een grote ventilatie-unit op het dak die verbonden is met ventilatiekanalen van en naar de groepsruimten. Zie verder de paragrafen 9.2 tot en met 9.5.



10.1 Uitvoering en regeling centrale verwarming

Een goede uitvoering en regeling van de centrale verwarming kan energie besparen en comfortproblemen voor een belangrijk deel voorkomen. Let erop dat:

- Alle cv-radiatoren zijn uitgerust met een thermostaatknop. Vraag uw installateur of er installatietechnische wijzigingen nodig zijn om dit mogelijk te maken, zoals het vervangen van pompen;
- Thermostaatknoppen dienen in een vaste stand gefixeerd te kunnen worden. Hierdoor wordt voorkomen dat leerlingen ongemerkt aan de knop gaan draaien en de instelling ontregelen. Zet de thermostaatknop standaard op stand 2 of 3;
- De regeling van de cv-ketel een zogenaamde “opstookverhoging” mogelijk maakt. Ter toelichting het volgende. De radiatortemperatuur is afhankelijk van de buitentemperatuur. Is het buiten heel koud, dan stookt de cv de temperatuur van de radiator flink op; is het buiten minder koud, dan wordt de radiator niet zo heet. Een hoge temperatuur van de radiator heeft men vooral nodig 's morgens vroeg voordat de lessen beginnen. Als de leerlingen eenmaal binnen zijn staan zij lichaamswarmte af aan de ruimte. Door al deze “extra kacheltjes” is een hoge radiatortemperatuur niet meer nodig. Om te voorkomen dat de radiator te heet is voor de leerlingen die er direct naast zitten, is het daarom belangrijk om overdag de temperatuur van het water van de verwarmingsketel naar beneden bij te stellen. Voor het comfort is het belangrijk dat 's nachts en vóór de les de maximum temperatuur van het water op een hoog niveau staat (circa 90 °C) en overdag lager (circa 50 – 70 °C). Een

bijkomend voordeel van deze temperatuurregeling is dat de radiatoren tijdens de lessen langer warm blijven, zodat ze de koude lucht uit ramen en roosters opwarmen;

- Bij de instelling van de thermostaat rekening gehouden wordt met de warmteproductie van computers, leerlingen en leerkrachten. Stel de thermostaat één of twee graden lager in dan de gewenste temperatuur;
- De warme lucht van de radiatoren ongehinderd kan mengen met de koude lucht uit klepramen en roosters. Vensterbanken mogen de radiatoren daarom niet (volledig) aan de bovenzijde afschermen.

10.2 Airconditioning

De behoefte aan een airconditioning kan gemakkelijk ontstaan in scholen waar de (zomernacht)ventilatie of de zonwering niet goed in orde zijn. Vanwege de nadelen voor de luchtkwaliteit en het energiegebruik is het beter om airconditioning te vermijden. Indien dat niet lukt en de aanschaf van een airco toch wordt overwogen, kies dan voor een zogenaamde split unit. Dit systeem bestaat uit twee delen: een deel binnen en een deel aan de buitenzijde van het gebouw. Het deel buiten geeft de warmte van de koeling af aan de buitenlucht, het deel binnen geeft koele lucht af aan de groepsruimte. Zo blijven lawaai en warmte zoveel mogelijk buiten, en komt er alleen koele lucht binnen in de school.

Vaak worden tijdens warme perioden in een opwelling mobiele airco's aangeschaft. Het nut van deze apparaten is vaak gering. De warme lucht die deze apparaten zelf produceren, moet worden afgevoerd via een slang naar buiten. Deze apparatuur zuigt dus lucht aan voor zijn

eigen koeling. Bij warm weer is de aangezogen lucht echter vaak warm, zodat er in de lesruimte extra veel warme lucht binnenkomt. Dit is niet erg efficiënt. Deze mobiele systemen bevatten een opvangbak voor condenswater die dagelijks moet worden schoongemaakt tegen de bacteriën.

10.3 Klachten over ‘droge lucht’; wanneer is de lucht echt te droog?

De buitenlucht is bijna altijd vochtiger dan de binnenlucht. Gezonde binnenlucht heeft een vochtgehalte tussen de 30 en 70%. In de buitenlucht ligt de relatieve luchtvochtigheid meestal tussen de 80 en 90%. Als buitenlucht naar binnen komt en warmer wordt, dan daalt de relatieve luchtvochtigheid van die lucht. In Tabel 4 staat hoe droog

de lucht wordt bij opwarming tot 21°C. Mensen produceren zelf ook vocht, zodat er binnen de school pas kans is op een te droge lucht bij buitentemperaturen van -5 °C of lager. Bij -5 °C in de buitenlucht komt het relatieve luchtvochtgehalte in lokalen met 20, 25 en 32 leerlingen op respectievelijk 25, 27 en 30% (Tabel 4). Met name bij vriezend weer is de lucht buiten droog en kunnen klachten optreden. Deze situatie komt gemiddeld circa 10 dagen per stookseizoen voor. Komen klachten over ‘droge lucht’ veel vaker dan 10 dagen per jaar voor, dan is de kans groot dat de oorzaak van die klachten gelegen is in gebrekkige schoonmaak en/of te weinig ventilatie. Een airconditioner haalt vocht uit de lucht en geeft vaak aanleiding tot klachten over een te droge lucht. Oplossingen voor droge lucht en hoge temperaturen zijn te vinden in de paragrafen 7.2.1, 7.2.2 en 4.3.

Tabel 4 Relatieve luchtvochtigheid, (RV, uitgedrukt in procenten) in een klaslokaal van 21°C bij een relatieve luchtvochtigheid van de buitenlucht van 90%, en bij zes verschillende buitentemperaturen.

Temperatuur buiten (°C)	RV [%] in lokaal bij 20 leerlingen + 1 leerkracht	RV [%] in lokaal bij 25 leerlingen + 1 leerkracht	RV [%] in lokaal bij 32 leerlingen + 1 leerkracht
-10	25	20	22
-5	25	27	30
0	32	34	37
5	42	44	47
10	55	57	59
15	71	73	76

Belangrijke adressen

GGD IJsselland ³⁾

team Milieu en Gezondheid.
Zeven Alleetjes 1
Postbus 1453, 8001 BL Zwolle
Telefoon 0900 277 77 77

GGD Regio Twente ³⁾

Nijverheidstraat 30
Postbus 1400 7500 BK Enschede
Telefoon 053 487 68 88

GGD Nederland

Postbus 85300, 3508 AH Utrecht
Telefoon 030 252 30 04

SenterNovem Utrecht

Frisse Scholen
Postbus 8242, 3503 RE Utrecht
Telefoon 030 239 35 33

Aanbevolen informatiebronnen

Websites

www.minocw.nl/schoonmaak
www.astmafonds.nl
www.schoonmaakmakelaar.nl
www.osb.nl
www.vsr-org.nl
www.frisse-scholen.nl
www.slimme-energie.nl
www.ggdijsselland.nl (milieu en gezondheid)

Brochures

Gezond schoonmaken

Vereniging Schoonmaak Research (www.vsr-org.nl)

Schoon op school, fris in de klas met schoonmaakkaarten voor de school en de klas.

(www.minocw.nl/schoonmaak/ klik op Algemeen Dossier Schone School)

Naar een beter binnenmilieu

M. van Ass, P. Wensveen en J. de Wolf, 2004.
Hoe verbeteren we de kwaliteit van het binnenmilieu op school. GGD Regio IJssel-Vecht

3) GGD IJsselland en GGD Regio Twente werken samen op het gebied van milieu en gezondheid.



Begrippenlijst

ppm | Part per million.

Eén ppm wil zeggen dat het één deeltje betreft op een totaal van een miljoen deeltjes. Het aantal ppm's is een maat voor de concentratie van een gas.

CO | Koolmonoxide.

Dit gas is dodelijk in lage concentraties

CO₂ | Kooldioxide (ook wel bekend als koolzuurgas)

Is een maat voor de frisheid van de lucht. Hoe lager de concentratie, hoe beter de luchtkwaliteit.

Leefzone | Dit is het gedeelte van het klaslokaal

waarin de leerkracht en de leerlingen zich bevinden.

Dit is de ruimte van vloer tot 1,8 m hoog. De eerste meter vanaf de buitengevel behoort niet tot de leefruimte, omdat het hier gewoonlijk te koud, warm of tochtig is.

Buitenlucht | De buitenlucht in het stedelijk gebied

bevat 500 ppm kooldioxide, de buitenlucht in het

landelijke gebied 400 ppm kooldioxide.

Bouwbesluit | Wettelijke regeling met voorschriften voor de bouw.

Het Bouwbesluit bevat onder andere normen voor ventilatie.

Klepraam | Raam met scharnier onder of boven.

Dit type raam is vaak bovenin de gevel te vinden en is bedoeld voor ventilatie.

Draairaam | Raam met scharnier links of rechts.

Dit type raam zit meestal direct boven de verwarming en is in het algemeen bestemd voor spuien (luchten)

Draaikiepraam | Raam dat zowel als draairaam en

klepraam kan worden gebruikt.

Dit type raam zit meestal direct boven de verwarming en is in het algemeen bestemd voor spuien (luchten)

Traploos instelbaar | Kan op iedere willekeurige

stand tussen helemaal dicht en helemaal open worden ingesteld en vastgezet.

Capaciteit | Hoeveelheid lucht die per tijdseenheid (seconde of uur) wordt doorgelaten.

Stooklijn | Verband tussen de buitentemperatuur en de temperatuur van het water in de verwarming.

Hoe kouder het buiten is, hoe hoger de temperatuur van de verwarming.

Bijlage 1

Samenvatting van tips voor de leerkracht voor een fris lokaal

Tips voor een betere ventilatie

- Zet alle hooggeplaatste ramen en roosters (de onderzijde zit minimaal 1,80 meter boven het vloeroppervlak) op een kierstand.
- Zorg voor zoveel mogelijk dwarsventilatie door hoog gelegen ramen in twee tegenoverstaande gevels op een kier te zetten.
- Stem de grootte van de kier af op het aantal kinderen (de kleur van de kooldioxidemeter), de temperatuur buiten en de windsnelheid.
- Ventileer ook buiten de lestijden; laat in ieder geval de ventilatieroosters open staan.
- Lucht voor en na de les als het muf ruikt (of als de ventilatiecapaciteit onvoldoende is).

Tips om koude/tocht te vermijden

- Vraag iedereen om warmere kleding te dragen. Denk naast truien ook eens aan microfiber ondergoed.
- Zet zoveel mogelijk hoog geplaatste ramen op een kleine kierstand (onderzijde liefst 2,4 meter, maar minstens 1,8 meter boven de vloer).
- Zet geen tafeltjes en stoeltjes binnen één meter van de buitengevel.
- Houd deuren gesloten; maak kieren en naden dicht om tocht te voorkomen.

Tips om hoge temperaturen te vermijden

- Zet computers alleen aan als ze gebruikt worden.
- Stel de thermostaat van de verwarming enkele graden lager in.
- Plaats tafels en stoelen minstens één meter uit de buitenmuur zodat leerlingen niet tegen een warme radiator zitten.
- Sluit de buitenzonwering tijdig, ook van ruimten die (nog) niet in gebruik zijn.
- Bij warm weer is het raadzaam om 's nachts op maximale capaciteit te ventileren. Met de koele nachtlucht kan veel warmte worden afgevoerd. Indien uw school een elektronische inbraakbeveiliging heeft, vraag dan om combinatiesensoren (infrarood en radar) en voorkom dat gordijnen, kindertekeningen en dergelijke door de wind kunnen bewegen. Bevestig tekeningen zo aan de wand dat zij niet kunnen bewegen in de wind.
- Heeft uw groepsruimte een plat dak, zet dan dagelijks een dun laagje water (circa 6 mm) op het dak. Door de verdamping wordt de temperatuur in het lokaal minder hoog.

Tips die de schoonmaak vergemakkelijken

- Laat leerlingen hun voeten vegen als zij het gebouw binnenkomen.
- Zorg dat ruimten gemakkelijk schoon te houden zijn:
 - Ruim volle tafels en vensterbanken op.
 - Berg spullen op in gesloten kasten. Vermijd losse spullen op planken.
- Niet-reinigbare versieringen, werkstukken en dergelijke na een maand verwijderen.

Bijlage 2

Rekenbladen voor een schatting van de ventilatiecapaciteit

Gevel 1 (met de meeste ramen)

(Klep)ramen boven 1,80 m	Breedte (cm)	Uitzet (cm)	Oppervlak (m²)
Rekenwijze:	B	U	= BxU / 10.000
Raam 1		7,5	
Raam 2		7,5	
Raam 3		7,5	
Raam 4		7,5	
Raam 5		7,5	
Raam 6		7,5	
Roosters boven 1,80 m	Breedte (cm)	Hoogte (cm)	Oppervlak (m²)
Rekenwijze:	B	U	= BxU / 20.000
Rooster 1		6	
Rooster 2		6	
Rooster 3		6	
Rooster 4		6	
Rooster 5		6	
Rooster 6		6	

+

Totaal oppervlak opening in gevel 1

(A)

Gevel 2 (ligt tegenover gevel 1)

(Klep)ramen boven 1,80 m	Breedte (cm)	Uitzet (cm)	Oppervlak (m²)
Rekenwijze:	B	U	= BxU / 10.000
Raam 1		7,5	
Raam 2		7,5	
Raam 3		7,5	
Raam 4		7,5	
Raam 5		7,5	
Raam 6		7,5	
Roosters boven 1,80 m	Breedte (cm)	Hoogte (cm)	Oppervlak (m²)
Rekenwijze:	B	U	=BxU / 20.000
Rooster 1		6	
Rooster 2		6	
Rooster 3		6	
Rooster 4		6	
Rooster 5		6	
Rooster 6		6	

+

Totaal oppervlak opening in gevel 2

(B)

Totaalberekeningen

Berekeningen		
Bepaal de kleinste van (A) en (B)	= (C)	
Bepaal de grootste van (A) en (B)	= (D)	
Bereken (C) x 3600	= (E)	= bijdrage dwarsventilatie
Bereken ((D)-(C)) x 720	= (F)	= bijdrage enkelzijdige ventilatie
Bereken (E) + (F)	(m³/u)	= totale ventilatie capaciteit

Colofon

Auteurs

Jan van Ginkel
Paul Wensveen
Martijn Doorgeest

Vormgeving en productie

Meindertsma reclame, Zwolle

Foto's

Margreet Vloon

Uitgave

Team Milieu & Gezondheid van GGD IJsselland en
GGD Regio Twente

November 2008

Hoewel bij deze uitgave de uiterste zorgvuldigheid is nagestreefd, kunnen fouten en onvolledigheden nooit helemaal worden uitgesloten. De GGD IJsselland, GGD Regio Twente, de auteurs en leden van de adviescommissie aanvaarden geen aansprakelijkheid, ook niet voor directe of indirecte schade, ontstaan door of verband houdende met toepassing van informatie uit deze publicatie.

