

# Verdiepend onderzoek gebouwtypen en ventilatiesystemen

>rapportage - 19 augustus 2021

# Inhoudsopgave

Inhoudsopgave .....	2
Inleiding .....	3
Samenvatting.....	4
1 Opzet verdiepend onderzoek .....	7
1.1 Doelstelling.....	7
1.2 Rolverdeling .....	7
1.3 Te beantwoorden vragen binnen het onderzoek .....	7
1.4 Gebruikte data t.b.v. onderzoek.....	7
1.5 Limitatie verdiepend onderzoek.....	8
2 Analyse .....	9
2.1 Vraag 1: Welke gebouwtypen worden aangehouden om de gebouwen te karakteriseren per clustering van bouwjaren?.....	9
2.2 Vraag 2: Wat is het percentage scholen en het percentage per gebouwtype dat niet voldoet aan de gestelde minimum ventilatie-eisen? .....	11
2.3 Vraag 3: Welk beeld kan worden opgemaakt uit de aanwezige ventilatiesystemen en hun prestaties onderling, en per gebouw- en onderwijstype?.....	15
2.4 Vraag 4: Wat zijn op hoofdlijnen de noodzakelijke interventies alsmede de daaraan verbonden kosten? .....	21
2.4.1 Vraag 4a: Wat zijn de noodzakelijke interventies? .....	22
2.4.2 Vraag 4b: Wat zijn de kosten? .....	23
3 Conclusie .....	27
4 Aanbevelingen .....	28
BIJLAGE 1: Basisvergelijking bronbestanden LCVS.....	30
BIJLAGE 2: Overzichtskaat SUVIS-aanvragen .....	31
BIJLAGE 3: Interventies SUVIS-aanvragen.....	32

## Inleiding

Alle besturen uit het funderend onderwijs kregen het afgelopen najaar de oproep om mee te doen aan een uitvraag van het Landelijk coördinatieteam ventilatie op scholen (LCVS). Dit om de kwaliteit van de voorzieningen voor luchtverversing op scholen in beeld te brengen. Over de uitkomsten van deze inventarisatie verscheen de eindrapportage *'Beeld van ventilatie op scholen in het funderend onderwijs in Nederland'*. Kamerleden zijn op 1 oktober 2020 met een kamerbrief door Minister Slob hierover geïnformeerd<sup>1</sup>. In deze kamerbrief is ook €360 miljoen toegezegd voor het verbeteren van de ventilatie in schoolgebouwen. Van dit bedrag is inmiddels €100 miljoen beschikbaar gesteld in de periode januari t/m juni 2021 via de subsidieregeling *'Specifieke uitkering ventilatie in scholen'* (SUVIS)<sup>2</sup>. Het gereserveerde resterende bedrag van €260 miljoen wordt later ingezet.

Als aanvulling op de opgehaalde gegevens door het LCVS, maakt de Minister in dezelfde kamerbrief van oktober 2020 ook de aankondiging van een **verdiepend onderzoek** naar bouwtypen en ventilatiesystemen. Als antwoord op de schriftelijke Kamervragen van 7 mei 2021 van lid Westerveld (GL) over de ventilatie in scholen, maakt de Minister een aanvulling op de te onderzoeken punten in het verdiepend onderzoek. Hij laat onderzoeken wat de mogelijke noodzakelijke interventies zijn, alsmede de daaraan verbonden kosten om de (basis)ventilatie op orde te krijgen. De Minister heeft Kenniscentrum Ruimte-OK gevraagd dit verdiepend onderzoek uit te voeren.

---

<sup>1</sup> <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2020/10/01/kamerbrief-rapportage-landelijk-coordinatieteam-ventilatie-op-scholen>

<sup>2</sup> <https://www.rvo.nl/subsidie-en-financieringswijzer/suvis>

# Samenvatting

Afgelopen najaar verscheen de eindrapportage 'Beeld van ventilatie op scholen in het funderend onderwijs in Nederland' van het Landelijk Coördinatieteam Ventilatie op Scholen (LCVS). Kamerleden zijn op 1 oktober 2020 met een kamerbrief door Minister Slob hierover geïnformeerd. In dezelfde kamerbrief kondigde de Minister een verdiepend onderzoek aan naar gebouwtypen en ventilatiesystemen. Aan Kenniscentrum Ruimte-OK is gevraagd dit onderzoek uit te voeren, aangevuld met een onderzoek naar de noodzakelijke interventies alsmede de daaraan verbonden kosten.

Het verdiepend onderzoek heeft tot doel om meer inzicht te verkrijgen in de opgave om de ventilatie in scholen op orde te krijgen. Voor dit inzicht is gebruikgemaakt van de LCVS-data die door het Ministerie van OCW ter beschikking zijn gesteld. Deze databron bevat opgeschoonde data van 4.142 schoolgebouwen. Ook is gebruikgemaakt van de SUVIS-data, die door de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) beschikbaar zijn gesteld. Deze SUVIS-data bevatten gegevens van scholen die gebruik hebben gemaakt van de subsidieregeling 'Specifieke uitkering ventilatie in scholen' (SUVIS).

Er zijn in totaal vier onderzoeksvragen geformuleerd. Deze vragen en de antwoorden hierop, zijn als volgt:

## Vraag 1: Welke gebouwtypen worden aangehouden om de gebouwen te karakteriseren per clustering van bouwjaren?

**Antwoord:** Schoolgebouwen zijn te clusteren naar bouwperiodes. De clustering die bij het verdiepend onderzoek is gehanteerd, is als volgt:

- Vooroorlogse voorraad (van voor 1946)
- Wederopbouwvoorraad (1946-1978)
- Londovoorraad (1978-1992)
- Bouwbesluitvoorraad (1992-2015)
- Nieuwbouwvoorraad (vanaf 2015)

Deze gebouwtypen sluiten aan op de typen zoals die in de landelijke Sectorale Routekaart staan benoemd. Dit maakt het mogelijk om de vergelijking te maken tussen de ventilatieopgave (verdiepend onderzoek) en de bredere landelijke verduurzamingsopgave die in de Sectorale Routekaart staat uitgewerkt.

## Vraag 2: Wat is het percentage scholen en het percentage per gebouwtype dat niet voldoet aan de gestelde minimum ventilatie-eisen?

**Antwoord:** Van de 2.174 scholen waar er onderzoek heeft plaatsgevonden naar de ventilatie, voldoet 72,4% [1.574] aan de gestelde minimumeisen en voldoet 27,6% [600] niet. Kijkend naar het primair onderwijs (PO) ligt het percentage dat niet voldoet op 27,9%, en voor het voortgezet onderwijs (VO) op 26,4%. Per gebouwtype is de verdeling als volgt:

	voldoet	voldoet niet
Vooroorlogse voorraad (van voor 1946):	70%	30%
Wederopbouwvoorraad (1946-1978):	67%	33%
Londovoorraad (1978-1992):	69%	31%
Bouwbesluitvoorraad (1992-2015):	78%	22%
Nieuwbouwvoorraad (vanaf 2015):	90%	10%

Mogelijk ligt het percentage schoolgebouwen dat niet voldoet hoger, aangezien een redelijk deel van de metingen in de gebruikte LCVS-data naar alle waarschijnlijkheid is uitgevoerd in een relatief warme periode (september). In deze periode was het mogelijk om (extra) te ventileren zonder dat dit ten koste ging van het thermisch comfort.

In het PO presteert de 'wederopbouwvoorraad' het slechtst, waar bij 34% de ventilatie niet voldoet. In het VO presteert de 'Londovoorraad' het slechtst, waar bij 42% de ventilatie niet voldoet.

**Vraag 3: Welk beeld kan worden opgemaakt uit de aanwezige ventilatiesystemen en hun prestaties onderling, en per gebouw- en onderwijstype?**

**Antwoord:** Ventilatiesystemen worden ingedeeld in de volgende type systemen:

- **Type A:** Systeem met natuurlijke aanvoer van verse lucht en afvoer van gebruikte lucht via (gevel)roosters, infiltratie, ramen en deuren;
- **Type B:** Systeem met mechanische (actieve) aanvoer van verse lucht en natuurlijke afvoer van gebruikte lucht via roosters;
- **Type C:** Systeem met mechanische (actieve) afvoer van gebruikte lucht en natuurlijke aanvoer van verse lucht via roosters;
- **Type D:** Systeem waarbij zowel de aanvoer van verse lucht als ook de afvoer van gebruikte lucht op mechanische (actieve) wijze plaatsvindt (gebalanceerde ventilatie).
- **Type 'combinatie':** combinatie van twee of meer verschillende typen.

In schoolgebouwen worden overwegend ventilatiesystemen type A (33%) en D (38%) gebruikt, gevolgd door type C (16%). Ventilatiesysteem type A komt vooral meer voor in het PO (34%) dan in het VO (25%).

Kijkend naar de bouwtypen, dan wordt ventilatiesysteem type A vooral toegepast in de oudere gebouwvoorraad (ouder dan 1992), specifiek in de vooroorlogse-, wederopbouw- en Londovoorraad. Ventilatiesysteem type D komt vooral veel voor in de nieuwere gebouwvoorraad (1992 t/m heden), specifiek de Bouwbesluit- en nieuwbouwvoorraad.

Kijkend naar de onderlinge prestaties van de verschillende type ventilatiesystemen, dan presteert type A het slechtst. Bij 42% voldoet de ventilatie niet, gevolgd door type 'combinatie' (36%) en type C (35%). Ventilatiesysteem type D presteert het minst slecht, bij 12,5% voldoet hier de ventilatie niet.

Het RIVM stelt dat de ventilatie in een schoolgebouw voldoet als de ventilatie voldoet aan het Bouwbesluit en aanvullende richtlijnen vanuit de Gezondheidsraad (algemene gezondheid) en de arbocatalogi (veilige en gezonde werkomgeving). Voor bestaande bouw ligt de grenswaarde wat betreft de CO<sub>2</sub>-concentratie op een maximum van 1.200 ppm (klasse C). Voor gebouwen met een vergunningverlening vanaf april 2012 is het Bouwbesluit nieuwbouw 2012 van toepassing, daarvoor ligt de grenswaarde op een maximale CO<sub>2</sub>-concentratie van 950 ppm (klasse B). Kijkend naar de gemeten piekwaarden voor de CO<sub>2</sub>-concentraties, dan laten ventilatiesysteem type A en type 'combinatie' de hoogste gemiddelden zien met respectievelijk 1.750 ppm en 1.754 ppm. Gevolgd door type C, met een gemiddelde CO<sub>2</sub>-piekwaarde van 1.615 ppm. Deze typen A, C en 'combinatie' kennen tevens uitschieters boven de 4.000 ppm.

#### Vraag 4: Wat zijn op hoofdlijnen de noodzakelijke interventies alsmede de daaraan verbonden kosten?

**Antwoord:** Op basis van de 630 goedgekeurde SUVIS-aanvragen wordt inzicht gegeven in de interventies en bijbehorende (begrote) projectkosten. De interventies behelzen vaak meer dan alleen de aanpak van de ventilatie. Toch geeft het een reëel beeld van de (landelijke) opgave, aangezien de aanpak van de ventilatie niet los te zien is van (noodzakelijke) gelijktijdige aanvullende maatregelen om te komen tot een duurzaam binnenklimaat.

Op basis van een nadere beschouwing van 96 SUVIS-aanvragen, kent ieder gebouw zijn eigen (ventilatie)opgave, projectomvang en voorgestelde specifieke aanpak, en zijn de soorten interventies dan ook onafhankelijk van bouwtype of bouwomvang. De aanpak van de ventilatie bestaat veelal uit het aanbrengen van decentrale warmteterugwinunits (WTW-units) in één of meerdere lokalen, het uitbreiden van het bestaande ventilatiesysteem of aanbrengen van een nieuw centraal (balans)ventilatiesysteem.

In veel gevallen leidt dit tot een prestatieniveau naar klasse B. In diverse gevallen worden aanvullende (energiebesparende) flankerende maatregelen getroffen. Hierbij gaat het om het aanbrengen van (extra) isolatie (dak, vloer, gevel, leidingen), HR++(+)-beglazing, ledverlichting, zonwerende voorzieningen (folies, screens, overstek), warmtepompen (of HR107-ketels) en PV-panelen. Incidenteel wordt (extra) spuiventilatie aangebracht. Verder worden, als onderdeel van de verplichting uit de SUVIS-regeling, CO<sub>2</sub>-monitoring en een energieregistratie- en bewakingssysteem (EBS) aangebracht waar deze nog niet aanwezig waren. Bij kostenniveau 'Laag' gaat het veelal om beperkte en gerichte ingrepen om de ventilatie ten minste tot aan het minimumniveau te brengen. Bij kostenniveau 'Middel' gaat het veelal om grootschalig (integrale) verbetering van de ventilatie (via centrale of decentrale oplossingen) al dan niet gecombineerd met één of meerdere (energiebesparende) flankerende maatregelen. Bij kostenniveau 'Hoog' gaat het veelal om projecten waar er sprake is van een (grootschalige) renovatie.

De gemiddelde kosten per project bedragen €752.526,- (PO: €500.997,-, VO: €1.497.619,-) op basis van de 630 goedgekeurde SUVIS-aanvragen. Landelijk doorgerekend voor de gebouwen die niet voldoen op basis van de LCVS-data, bedragen de totale landelijke kosten voor de ventilatieaanpak ca. €1,6 miljard.

Met het beantwoorden van deze vier onderzoeksvragen kan worden geconcludeerd dat landelijk op basis van de uitkomsten uit de steekproef in ten minste 27,6% van de schoolgebouwen de ventilatievoorziening onvoldoende presteert. De grootste uitdaging ligt vooral bij de oudere bouwvoorraad. Dit is extra zorgelijk, omdat juist deze oudere bouwvoorraad landelijk bijna 64% van de totale bouwvoorraad omvat. In deze oudere bouwvoorraad wordt vooral natuurlijk geventileerd (in 44% tot 50% van de gebouwen), dus zonder aanwezigheid van mechanische (actieve) componenten. En juist deze wijze van natuurlijk ventileren leidt tot de meeste gevallen waarin de ventilatie niet voldoet.

Ook kan op basis van de SUVIS-data worden geconcludeerd dat elk gebouw zijn eigen (ventilatie)opgave, projectomvang en voorgestelde aanpak kent. En dat de interventies vaak meer behelzen dan alleen de aanpak van de ventilatie. De ventilatieaanpak is namelijk niet los te zien van (noodzakelijke) gelijktijdige aanvullende maatregelen om te komen tot een duurzaam binnenklimaat, en heeft daarmee ook zijn weerslag op de totale investeringsopgave.

Het is aan te bevelen dat de bevindingen uit dit diepteonderzoek gekoppeld worden aan de bredere landelijke opgave die er ligt op het gebied van onderwijshuisvesting. In de Sectorale Routekaart voor verduurzaming van schoolgebouwen (2020) wordt ook aandacht gevraagd voor de verouderde bouwvoorraad die kwalitatief ondermaats presteert en niet duurzaam is. Een programmatische en integrale aanpak van de verouderde voorraad waarbij ventilatie een onderdeel is, is de meest effectieve aanpak om binnen een vast te stellen termijn deze gebouwen op het gewenste niveau te krijgen.

# 1 Opzet verdiepend onderzoek

Dit hoofdstuk beschrijft het doel, uitvoeringswijze en limitatie van het verdiepend onderzoek, alsmede de onderzoeksvragen die het onderzoek beantwoordt in het volgende hoofdstuk 2 'Analyse'.

## 1.1 Doelstelling

Het doel van dit verdiepend onderzoek is het verkrijgen van meer inzicht in de opgave om de ventilatie in scholen op orde te krijgen. Dit doen we door het uitvoeren van een onderzoek naar de gebouwtypen, type ventilatiesystemen en noodzakelijke interventies alsmede de daaraan verbonden kosten.

## 1.2 Rolverdeling

Het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap is de opdrachtgever van dit onderzoek. De uitvoering van dit onderzoek ligt bij het landelijk kenniscentrum Ruimte-OK<sup>3</sup>. Naast de uitvoerder van dit verdiepend onderzoek, biedt Kenniscentrum Ruimte-OK procesondersteuning bij het ventilatievraagstuk aan gemeenten en schoolbesturen. Dit doet Ruimte-OK met het programma 'Eerste hulp bij ventilatie op scholen', en geeft zo in opdracht van het Ministerie van OCW inhoudelijke invulling aan een onafhankelijke landelijke informatievoorziening op het gebied van ventilatie op scholen.

## 1.3 Te beantwoorden vragen binnen het onderzoek

Het verdiepend onderzoek beantwoordt een viertal onderzoeksvragen. Deze vier onderzoeksvragen luiden als volgt:

1. Welke gebouwtypen worden aangehouden om de gebouwen te karakteriseren per clustering van bouwjaren?
2. Wat is het percentage scholen en het percentage per gebouwtype dat niet voldoet aan de gestelde minimum ventilatie-eisen?
3. Welk beeld kan worden opgemaakt uit de aanwezige ventilatiesystemen en hun prestaties onderling, en per gebouw- en onderwijstype?
4. Wat zijn op hoofdlijnen de noodzakelijke interventies alsmede de daaraan verbonden kosten?

De beantwoording van deze vragen vindt plaats in hoofdstuk 2 'Analyse'.

## 1.4 Gebruikte data t.b.v. onderzoek

Voor de analyse, maken we gebruik van de volgende twee databronnen:

- A) **LCVS-data:** Het gaat hierbij om data die het LCVS in september 2020 heeft opgehaald, en is verder aangevuld met data die dit jaar nog zijn binnengekomen. Deze aangevulde LCVS-data zijn aan Ruimte-OK beschikbaar gesteld op dinsdag 22 juni 2021 door het Ministerie van OCW in een tweetal bestanden:
  - I. **Bestand 'LCVS\_update':** Dit betreft het geactualiseerde LCVS-bestand waarin staat opgenomen hoeveel schoolgebouwen hebben deelgenomen aan de LCVS-vragenlijst, en waarvan bekend is of er onderzoek heeft plaatsgevonden naar de ventilatie en of deze voldoet. Dit bestand bevat gegevens van in totaal **7.517 schoolgebouwen**. Het LCVS-bestand van 1 oktober 2020 bevatte 7.340 schoolgebouwen, wat een toename betekent in de data van 177 gebouwen in het afgelopen jaar.

---

<sup>3</sup> [www.ruimte-ok.nl/ventilatie](http://www.ruimte-ok.nl/ventilatie)

- II. **Bestand 'LCVS\_samen'**: Dit betreft een door het Ministerie van OCW opgeschoond en geoptimaliseerd bestand. Als gevolg van deze opschoning, bevat dit bestand gegevens van in totaal **4.142 schoolgebouwen**. Het bevat minder gebouwen dan het andere bestand, echter met veel meer detailniveau en een hoge betrouwbaarheid.

Een onderlinge vergelijking van beide LCVS-bestanden laat zien dat de opschoning resulteert in een kleinere steekproefgrootte (4.142 vs. 7.517 schoolgebouwen), maar dat verhoudingsgewijs de verdeling van de deelnemende gebouwen wat betreft bouwjaarklassen (gebouwtypen), onderwijstype (PO-VO) en het percentage gebouwen waar de ventilatie voldoet of niet voldoet, nauwelijks van elkaar verschillen. Zie daarvoor ook bijlage 1.

Deze constatering samen met het gegeven dat het bestand '**LCVS\_samen**' alsnog een voldoende steekproefgrootte omvat om te extrapoleren naar de Nederlandse situatie (totaal ca. 9.331 schoolgebouwen<sup>4</sup>), het bestand een hoge betrouwbaarheid kent en het juiste detailniveau bevat om de onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden, is de keuze gemaakt om voor de analyses alleen gebruikt te maken van dit databestand. Om bovengenoemde redenen, wordt in het verdiepend onderzoek ook verder geen inhoudelijke vergelijking gemaakt met het eerder verschenen LCVS-rapport van 1 oktober 2020. Het databestand '**LCVS\_samen**' wordt gebruikt voor de beantwoording van onderzoeksvragen 1 t/m 3. Het databestand '**LCVS\_update**' wordt enkel gebruikt bij de beantwoording van onderzoeksvraag 4 t.b.v. de landelijke verdeling van bouwjaarklassen.

- B) **SUVIS-data**: Het gaat hierbij om data die zijn opgehaald bij het uitvoeren van de subsidieregeling '*Specifieke uitkering ventilatie in scholen*' (SUVIS) door de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO). Het bestand bevat gegevens van subsidieaanvragen zoals deze door de aanvragers (gemeenten) bij RVO zijn ingediend tot aan de officiële sluitingstermijn van 30 juni 2021. Dit databestand is door RVO aan Ruimte-OK beschikbaar gesteld op donderdag 29 juli 2021. Het databestand wordt gebruikt voor de beantwoording van onderzoeksvraag 4.

## 1.5 Limitatie verdiepend onderzoek

Het verdiepend onderzoek maakt enkel gebruik van de SUVIS-aanvragen en de opgeschoonde data die afkomstig zijn van het LCVS. Binnen de gestelde opdracht en tijdlijn is het niet mogelijk gebleken om een eigenstandig onderzoek uit te voeren. Extra praktijkverdieping op de ontvangen data heeft dan ook niet plaatsgevonden.

---

<sup>4</sup> Modelmatige aanname in de Sectorale Routekaart (2020)



## 2 Analyse

Dit hoofdstuk geeft de analyseresultaten weer, door het beantwoorden van de vier onderzoeksvragen. Hierbij wordt hoofdzakelijk gebruikgemaakt van de opgeschoonde LCVS-data en de data afkomstig van de SUVIS-aanvragen.

Elke paragraaf beantwoordt een afzonderlijke onderzoeksvraag. Waar mogelijk en relevant, is onderscheid gemaakt tussen de onderwijstypen primair onderwijs (PO) en het voortgezet onderwijs (VO). De onderwijstypen BO, SBO, SO, VSO en combinaties ervan zijn samengevat onder het PO. De onderwijstypen prO, vbo, havo, mavo, vwo, vmbo-t en combinaties daarvan zijn samengevat onder het VO.

### 2.1 Vraag 1: Welke gebouwtypen worden aangehouden om de gebouwen te karakteriseren per clustering van bouwjaren?

Schoolgebouwen zijn te clusteren naar bouwperiodes. De gebouwtypen die we bij het verdiepend onderzoek hanteren zijn als volgt:

- Vooroorlogse voorraad (van voor 1946)
- Wederopbouwvoorraad (1946-1978)
- Londovoorraad (1978-1992)
- Bouwbesluitvoorraad (1992-2015)
- Nieuwbouwvoorraad (vanaf 2015)

De Sectorale Routekaart<sup>5</sup> voor verduurzaming van Schoolgebouwen, zoals gezamenlijk is opgesteld door de PO-Raad, VO-raad en VNG (2020) om invulling te geven aan de klimaatdoelstellingen, hanteert dezelfde typering. Deze wijze van typeren geeft namelijk inzicht in de kwaliteit van de actuele gebouwenvoorraad en de daarmee samenhangende verduurzamingsopgave. Onderstaande tabel uit de Sectorale Routekaart geeft hierop een verdere toelichting.

Tabel 1: Karakterisering gebouwenvoorraad in de vijf gebouwtypen.

	Vooroorlogse voorraad	Wederopbouwvoorraad	Londo-voorraad	Bouwbesluitvoorraad	Nieuwbouwvoorraad
<b>Bouwjaar-klasse:</b>	<1946	1946-1978	1978-1992	1992-2015	Niet benoemd in Routekaart
<b>Nadere typering:</b>	Eeuwigheids-waarde	Matige kwaliteit	Gestandaardiseerde scholen, duurzaam onderhoud	Normscholen met relatief goede exploitatie, beperkte klimatisering, duurzaam onderhoud	Niet benoemd in Routekaart
<b>Aanpak:</b>	Aanpak: casco-renovatie	Aanpak: vervanging	Aanpak: vervanging na levensduur	Aanpak: vervanging na levensduur	Niet benoemd in Routekaart

In bovenstaande tabel is te zien dat de landelijke verdeling naar bouwtype zoals weergegeven in de Sectorale Routekaart, niet verder gaat dan 2015. Dit komt logischerwijs omdat de gebruikte database uit 2015 stamt. Het LCVS-databestand bevat echter bouwjaren tot en met 2020, en is daarmee dus 5 jaar recenter. Er is daarom een extra bouwtype toegevoegd, namelijk het type 'Nieuwbouwvoorraad' dat deze laatste 5 jaar afdekt.

<sup>5</sup> <https://www.poraad.nl/node/14061>

Als we beide databases met elkaar vergelijken, dan zien we de volgende verdeling per gebouwtype:

Tabel 2: verdeling per gebouwtype in de Sectorale Routekaart en LCVS-data.

	Vooroorlogs	Wederopbouw	Londo	Bouwbesluit	Nieuwbouw
<b>Sectorale Routekaart</b> <i>(landelijke cijfers)</i> [9.331 gebouwen]:	9,8% [aantal= 911]	43,3% [aantal= 4.039]	19,4% [aantal= 1.808]	27,6% [aantal= 2.573]	Niet benoemd in Routekaart
<b>LCVS-data*</b> [3.992 gebouwen]:	8,2% [aantal= 327]	35,2% [aantal= 1405]	20,3% [aantal= 812]	28,6% [aantal= 1142]	7,7% [aantal= 306]

\* van 150 gebouwen ontbreekt het bouwjaar

Te zien is dat de landelijke verdeling per gebouwtype zoals vermeld in de Sectorale Routekaart (totaal 9.331 gebouwen) goed overeenkomt met de verdeling per gebouwtype van de LCVS-data wat betreft de 'vooroorlogse voorraad' en de 'Londovoorraad'. Als we corrigeren op de leeftijd van beide bestanden waarbij we ervan uitgaan dat vooral de gebouwen uit de periode 'wederopbouwvoorraad' de afgelopen 5 jaar zijn vernieuwd, dan zien we dat ook de verdeling van de 'wederopbouwvoorraad' en 'Bouwbesluitvoorraad' goede overeenkomsten vertonen tussen de beide bestanden. Het percentage van de 'wederopbouwvoorraad' uit de Sectorale Routekaart dat de afgelopen 5 jaar is vernieuwd, kan namelijk logischerwijs worden toegevoegd aan het percentage 'nieuwbouwvoorraad' (dit betreft dus ca. 8% van de totale voorraad).

De LCVS-data geven dan ook een voldoende en representatieve weergave van de bestaande landelijke gebouwvoorraad qua verdeling en steekproefgrootte voor alle vijf de gedefinieerde gebouwtypen, en daarmee ook een representatieve vertegenwoordiging van de bijbehorende onderliggende bouwjaarklassen.

Doordat dit verdiepend onderzoek op deze wijze de relatie legt met de landelijke Sectorale Routekaart, kan de vergelijking worden gemaakt tussen de ventilatieopgave (verdiepend onderzoek) en de bredere landelijke verduurzamingsopgave die in de Sectorale Routekaart staat uitgewerkt.

**Vraag 1: Welke gebouwtypen worden aangehouden om de gebouwen te karakteriseren per clustering van bouwjaren?**

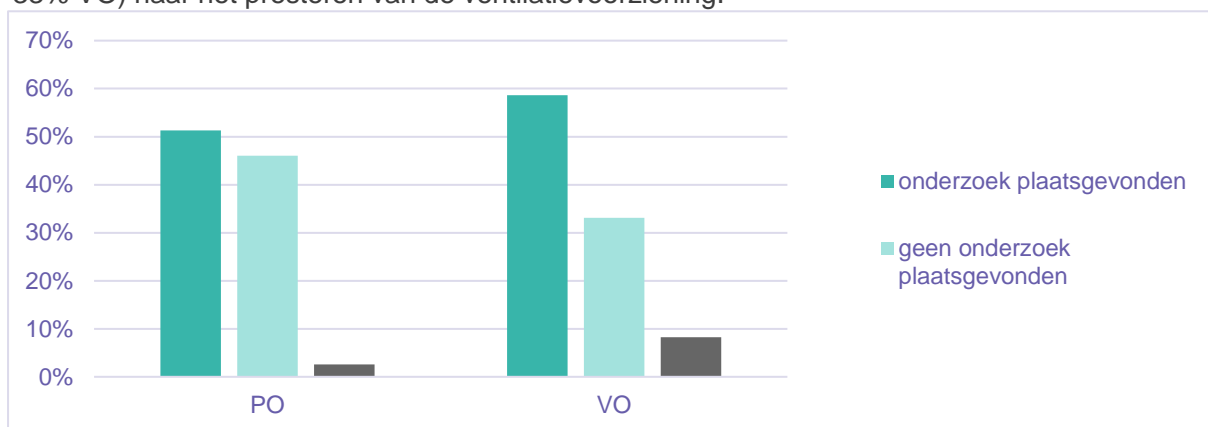
**Antwoord:** Schoolgebouwen zijn te clusteren naar bouwperiodes. De clustering die we bij het verdiepend onderzoek hanteren is als volgt:

- Vooroorlogse voorraad (van voor 1946)
- Wederopbouwvoorraad (1946-1978)
- Londovoorraad (1978-1992)
- Bouwbesluitvoorraad (1992-2015)
- Nieuwbouwvoorraad (vanaf 2015)

Deze gebouwtypen sluiten aan op de typen zoals die in de landelijke Sectorale Routekaart staan benoemd. Dit maakt het mogelijk om de vergelijking te maken tussen de ventilatieopgave (verdiepend onderzoek) en de bredere landelijke verduurzamingsopgave die in de Sectorale Routekaart staat uitgewerkt.

## 2.2 Vraag 2: Wat is het percentage scholen en het percentage per bouwtype dat niet voldoet aan de gestelde minimum ventilatie-eisen?

Het LCVS heeft vorig jaar september een sectorbrede digitale uitvraag georganiseerd om inzicht te verkrijgen in de ventilatie bij scholen. Een belangrijke vraag betrof of er onderzoek had plaatsgevonden naar het presteren van de ventilatievoorziening. Onderstaande grafiek en tabel laten zien dat bij 52% [2.174] van de 4.142 schoolgebouwen die hebben deelgenomen aan de uitvraag, er daadwerkelijk een onderzoek heeft plaatsgevonden (51% PO, 59% VO), en er bij 44% [1.823] van de deelnemende gebouwen geen onderzoek heeft plaatsgevonden (46% PO, 33% VO) naar het presteren van de ventilatievoorziening.



Grafiek 1: Percentage schoolgebouwen (PO en VO) dat onderzoek heeft laten uitvoeren naar de ventilatie.

Tabel 3: Percentage schoolgebouwen (PO en VO) dat onderzoek heeft laten uitvoeren naar de ventilatie.

	Onderzoek plaatsgevonden	Geen onderzoek plaatsgevonden	Onbekend	Eindtotaal
PO	51%	46%	3%	100% [3489]
VO	59%	33%	8%	100% [653]
<b>Totaal</b>	<b>52%</b>	<b>44%</b>	<b>4%</b>	<b>100% [4142]</b>

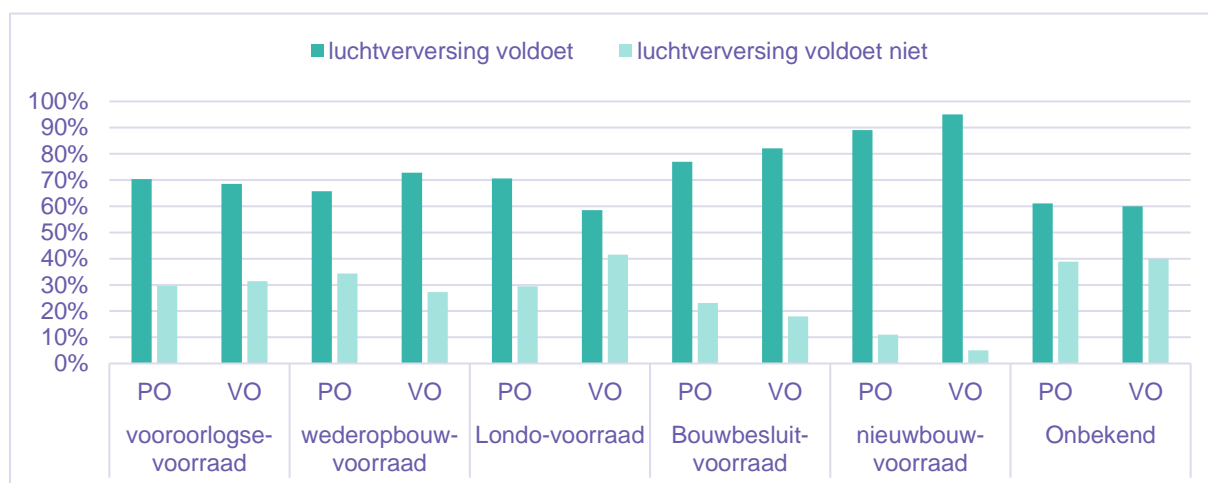
Als we de schoolgebouwen verder bekijken waar er daadwerkelijk een onderzoek heeft plaatsgevonden, dan kunnen we een onderscheid maken per bouwtype en per onderwijstype of de ventilatie in het gebouw voldoet of niet voldoet. Het RIVM stelt dat de ventilatie in een schoolgebouw voldoet als de ventilatie voldoet aan het Bouwbesluit en aanvullende richtlijnen vanuit de Gezondheidsraad (algemene gezondheid) en de arbocatalogi (veilige en gezonde werkomgeving). Voor bestaande bouw ligt de grenswaarde op een maximale CO<sub>2</sub>-concentratie van 1.200 ppm of minimaal 6 dm<sup>3</sup>/s per persoon aan capaciteit voor luchtverversing (klasse C). Voor gebouwen met een vergunningverlening vanaf april 2012 is het Bouwbesluit nieuwbouw 2012 van toepassing. Daarvoor ligt de grenswaarde op een maximale CO<sub>2</sub>-concentratie van 950 ppm of minimaal 8,5 dm<sup>3</sup>/sec per persoon aan capaciteit voor luchtverversing (klasse B).

Voor de 52% [2.174] schoolgebouwen waar daadwerkelijk een onderzoek heeft plaatsgevonden, laten onderstaande grafiek en tabellen zien dat bij 72,4% [1.574] van deze schoolgebouwen de ventilatie voldoet, en bij 27,6% [600] de ventilatie niet voldoet. Specifiek voor het PO ligt het aantal schoolgebouwen dat niet voldoet op 27,9%, en voor het VO ligt het aantal dat niet voldoet op 26,4%. Mogelijk ligt het percentage schoolgebouwen dat niet voldoet hoger, aangezien een redelijk deel van de metingen in de gebruikte LCVS-data naar alle waarschijnlijkheid is uitgevoerd

in een relatief warme periode (september). In deze periode was het mogelijk om (extra) te ventileren zonder dat dit ten koste ging van het thermisch comfort.

Kijkend naar de gebouwtypen, dan zien we dat de oudere gebouwen voorraad 'vooroorlogs', 'wederopbouw' en de Londo' relatief gezien het slechtst presteren. Bij 30% tot 33% voldoet hier de ventilatie niet. De nieuwbouw voorraad presteert het beste, waar bij "slechts" 10% [19] de luchtverversing niet voldoet.

Kijken we afzonderlijk naar het PO en VO, dan zien we dat in het PO de 'wederopbouw voorraad' het slechtst presteert, waar bij 34% [200] de ventilatie niet voldoet. In het VO presteert de 'Londovoorraad' het slechtst, waar bij 42% [27] de ventilatie niet voldoet.



Grafiek 2: Percentage schoolgebouwen (PO en VO) dat voldoet / niet voldoet aan de normen en richtlijnen.

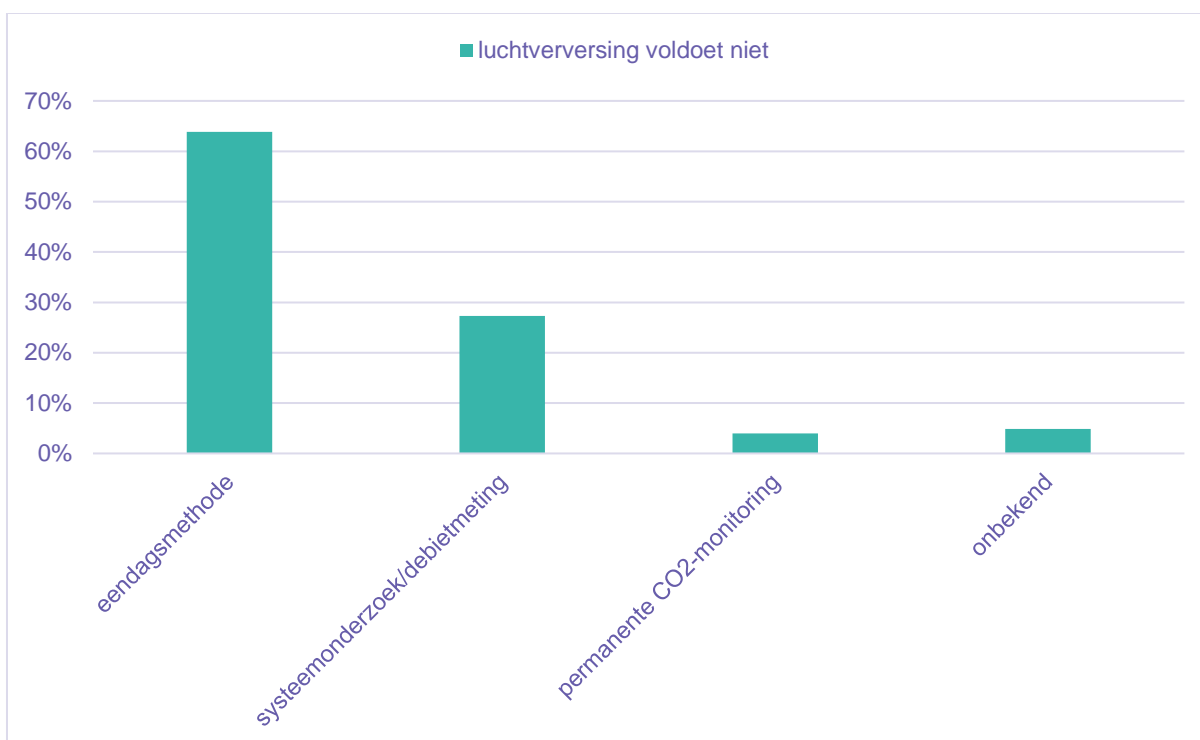
Tabel 4: Percentage schoolgebouwen (PO en VO) dat voldoet / niet voldoet aan de normen en richtlijnen.

	voldoet	voldoet niet	Eindtotaal
<b>Vooroorlogse voorraad</b>	<b>70%</b>	<b>30%</b>	<b>100% [177]</b>
PO	70%	30%	100% [142]
VO	69%	31%	100% [35]
<b>Wederopbouw voorraad</b>	<b>67%</b>	<b>33%</b>	<b>100% [719]</b>
PO	66%	34%	100% [583]
VO	73%	27%	100% [136]
<b>Londovoorraad</b>	<b>69%</b>	<b>31%</b>	<b>100% [415]</b>
PO	71%	29%	100% [350]
VO	58%	42%	100% [65]
<b>Bouwbesluit voorraad</b>	<b>78%</b>	<b>22%</b>	<b>100% [615]</b>
PO	77%	23%	100% [498]
VO	82%	18%	100% [117]
<b>Nieuwbouw voorraad</b>	<b>90%</b>	<b>10%</b>	<b>100% [184]</b>
PO	89%	11%	100% [164]
VO	95%	5%	100% [20]
<b>Onbekend</b>	<b>61%</b>	<b>39%</b>	<b>100% [64]</b>
PO	61%	39%	100% [54]
VO	60%	40%	100% [10]
<b>Totaal</b>	<b>72,4%</b>	<b>27,6%</b>	<b>100% [2174]</b>

Tabel 5: Percentage PO en VO dat voldoet / niet voldoet aan de ventilatienormen en -richtlijnen.

	PO	VO	Totaal
<i>Luchtverversing voldoet</i>	72,1%	73,6%	72,4%
<i>Luchtverversing voldoet niet</i>	27,9%	26,4%	27,6%
<b>Eindtotaal</b>	<b>100% [1791]</b>	<b>100% [383]</b>	<b>100% [2174]</b>

Tot slot kijken we naar het type onderzoek dat er is gebruikt in de gevallen waar het gebouw niet voldoet aan de gestelde ventilatienorm en -richtlijn (*het type onderzoek waar het gebouw wel voldoet, is niet uitgevraagd door het LCVS*). In de onderstaande grafiek en tabel zien we dat bij de 28% [600] schoolgebouwen waar de ventilatie niet voldoet, het overgrote deel gebruik heeft gemaakt van de steekproefsgewijze CO<sub>2</sub>-meting (eendagsmethode) met een percentage van 64% [383]. 27% [164] van de schoolgebouwen heeft gebruikgemaakt van een debietmeting of systeemonderzoek, bijvoorbeeld afkomstig van inregelrapportages of berekeningen. Slechts 4% [24] van de schoolgebouwen heeft voor het onderzoek gebruikgemaakt van permanente CO<sub>2</sub>-monitoring.



Grafiek 3: Percentage van gebruikte onderzoeksmethoden waar de ventilatie niet voldoet.

Tabel 6: Percentage van gebruikte onderzoeksmethoden waar de ventilatie niet voldoet.

Luchtverversing voldoet niet	
<i>Eendagsmethode</i>	64% [383]
<i>Systeemonderzoek/debietmeting</i>	27% [164]
<i>Permanente CO<sub>2</sub>-monitoring</i>	4% [24]
<i>Onbekend</i>	5% [29]
<b>Eindtotaal</b>	<b>100% [600]</b>

Vraag 2: Wat is het percentage scholen en het percentage per gebouwtype dat niet voldoet aan de gestelde minimum ventilatie-eisen?

**Antwoord:** Van de 2.174 scholen waar er onderzoek heeft plaatsgevonden naar de ventilatie, voldoet 72,4% [1.574] aan de gestelde minimumeisen, en voldoet 27,6% [600] niet. Kijkend naar het PO ligt het percentage dat niet voldoet op 27,9%, en voor het VO op 26,4%.

Per gebouwtype is de verdeling als volgt:

	<b>voldoet</b>	<b>voldoet niet</b>
<i>Vooroorlogse voorraad (van voor 1946):</i>	70%	30%
<i>Wederopbouwvoorraad (1946-1978):</i>	67%	33%
<i>Londovoorraad (1978-1992):</i>	69%	31%
<i>Bouwbesluitvoorraad (1992-2015):</i>	78%	22%
<i>Nieuwbouwvoorraad (vanaf 2015):</i>	90%	10%

In het PO presteert de 'wederopbouwvoorraad' het slechtst, waar bij 34% de ventilatie niet voldoet. In het VO presteert de 'Londovoorraad' het slechtst, waar bij 42% de ventilatie niet voldoet.

Mogelijk ligt het percentage schoolgebouwen dat niet voldoet hoger, aangezien een redelijk deel van de metingen in de gebruikte LCVS-data naar alle waarschijnlijkheid is uitgevoerd in een relatief warme periode (september). In deze periode was het mogelijk om (extra) te ventileren zonder dat dit ten koste ging van het thermisch comfort.

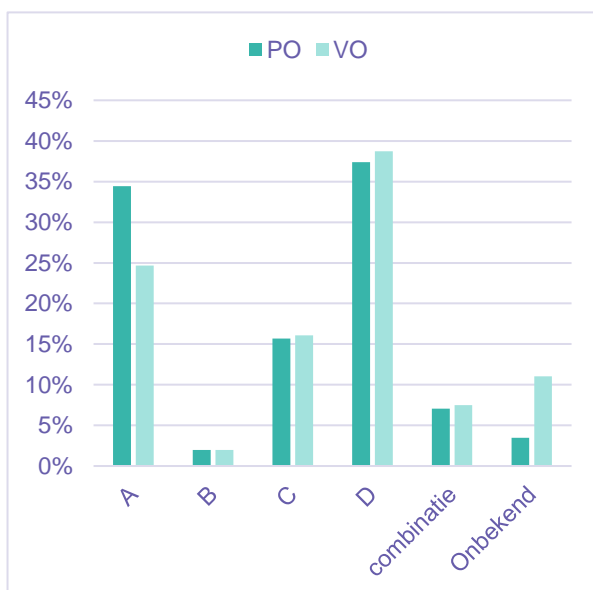
## 2.3 Vraag 3: Welk beeld kan worden opgemaakt uit de aanwezige ventilatiesystemen en hun prestaties onderling, en per gebouw- en onderwijstype?

Bij het typeren van de soorten ventilatiesystemen is het gebruikelijk hiervoor de indeling te hanteren zoals hieronder staat beschreven, en die door het LCVS bij de landelijke uitvraag ook is gehanteerd. Dit verdiepend onderzoek hanteert bij de verdere uitwerking dan ook dezelfde indeling van ventilatiesystemen. Daar waar meerdere typen ventilatiesystemen in hetzelfde gebouw aanwezig zijn, wordt het ventilatiesysteem type 'combinatie' gebruikt.

- **Ventilatiesysteem A:** Systeem met natuurlijke aanvoer van verse lucht en afvoer van gebruikte lucht via (gevel)roosters, infiltratie, ramen en deuren;
- **Ventilatiesysteem B:** Systeem met mechanische (actieve) aanvoer van verse lucht en natuurlijke afvoer van gebruikte lucht via roosters;
- **Ventilatiesysteem C:** Systeem met mechanische (actieve) afvoer van gebruikte lucht en natuurlijke aanvoer van verse lucht via roosters;
- **Ventilatiesysteem D:** Systeem waarbij zowel de aanvoer van verse lucht als ook de afvoer van gebruikte lucht op mechanische (actieve) wijze plaatsvindt (gebalanceerde ventilatie).

Als we nader kijken naar de verdeling tussen deze ventilatiesystemen, dan zien we in onderstaande grafiek en tabel dat overwegend ventilatiesystemen type A en type D worden toegepast in de schoolgebouwen, met respectievelijk 33% en 38%, gevolgd door type C met 16%.

Kijken we naar het verschil tussen het PO en VO, dan zien we duidelijk dat in het PO verhoudingsgewijs meer ventilatiesystemen type A voorkomen dan in het VO (respectievelijk 34% en 25%).

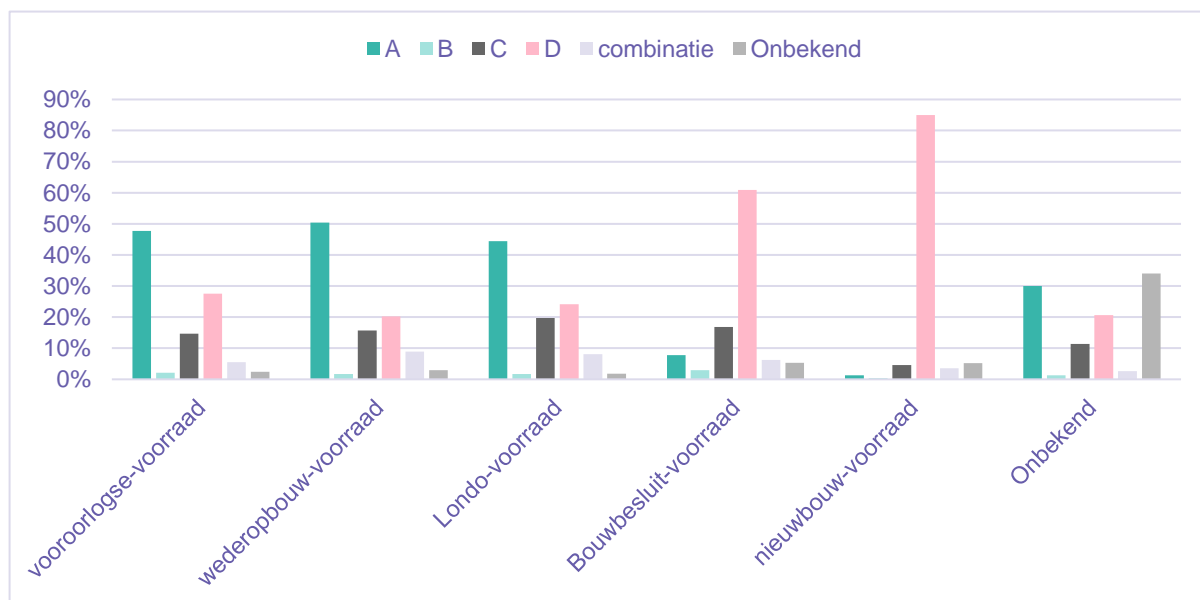


Grafiek 4: Percentage aandeel type ventilatiesystemen, uitgesplitst in PO en VO.

Tabel 7: Percentage aandeel type ventilatiesystemen, uitgesplitst in PO en VO.

	PO	VO	Totaal
A	34%	25%	33% [1363]
B	2%	2%	2% [82]
C	16%	16%	16% [652]
D	37%	39%	38% [1557]
Combinatie	7%	8%	7% [295]
Onbekend	3%	11%	5% [193]
<b>Eindtotaal</b>	<b>100%</b> <b>[3489]</b>	<b>100%</b> <b>[653]</b>	<b>100%</b> <b>[4142]</b>

Als we verder kijken naar de verdeling tussen deze ventilatiesystemen per bouwtype, dan zien we in onderstaande grafiek en tabel dat ventilatiesysteem type A vooral wordt toegepast in de oudere voorraad 'vooroorlogs', 'wederopbouw' en 'Londo'. Ventilatiesysteem type D wordt vooral toegepast in de 'Bouwbesluitvoorraad' en 'nieuwbouwvoorraad'. Ventilatiesysteem type C komt in ongeveer gelijke mate voor in alle bouwtypen, behalve in de nieuwbouwvoorraad waar dit type systeem in slechts 5% van de gebouwen voorkomt.



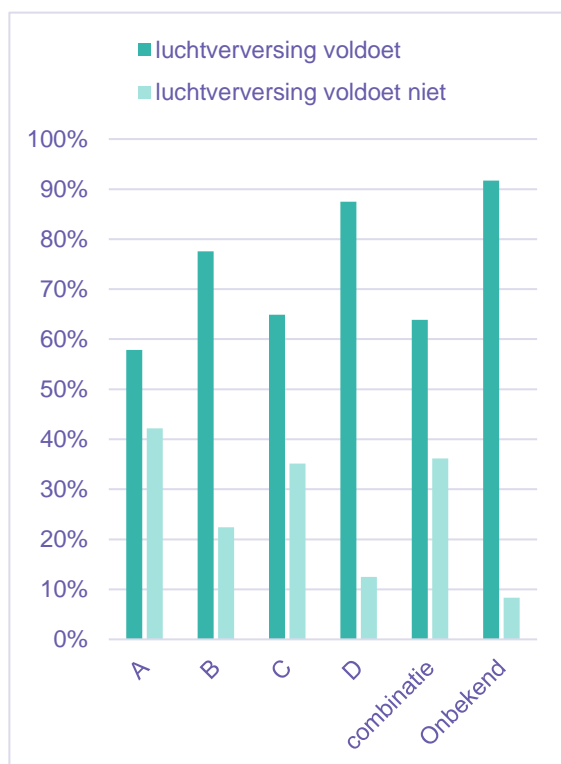
Grafiek 5: Percentage aandeel type ventilatiesystemen per bouwtype.

Tabel 8: Percentage aandeel type ventilatiesystemen per bouwtype.

	A	B	C	D	Combinatie	Onbekend	Eindtotaal
<i>Vooroorlogse voorraad</i>	48%	2%	15%	28%	6%	2%	100% [327]
<i>Wederopbouwvoorraad</i>	50%	2%	16%	20%	9%	3%	100% [1405]
<i>Londovoorraad</i>	44%	2%	20%	24%	8%	2%	100% [812]
<i>Bouwbesluitvoorraad</i>	8%	3%	17%	61%	6%	5%	100% [1142]
<i>Nieuwbouwvoorraad</i>	1%	0%	5%	85%	4%	5%	100% [306]
<i>Onbekend</i>	30%	1%	11%	21%	3%	34%	100% [150]
<b>Totaal</b>	<b>33%</b>	<b>2%</b>	<b>16%</b>	<b>38%</b>	<b>7%</b>	<b>5%</b>	<b>100% [4142]</b>



Vanuit de LCVS-data is bekend waar er op de scholen daadwerkelijk een onderzoek heeft plaatsgevonden of de ventilatie voldoet of niet voldoet. Dit maakt het mogelijk om nader te bekijken hoe de diverse type ventilatiesystemen onderling presteren. In onderstaande grafiek en tabel kijken we allereerst naar de verhouding waarin een bepaald type ventilatiesysteem voldoet of niet voldoet. Te zien is dat bij ventilatiesysteem type A het vaakst de ventilatie niet blijkt te voldoen, namelijk bij 42%. Gevolgd door het type 'combinatie' (36%) en type C (35%). Het minst slecht presteert het ventilatiesysteem type D, dat "slechts" bij 12,5% niet blijkt te voldoen. Ventilatiesysteem type B voldoet bij 22% niet.



Tabel 9: Percentage type ventilatiesystemen dat voldoet of niet voldoet.

	Lucht- verversing voldoet	Lucht- verversing voldoet niet	Eindtotaal
A	58%	42%	100% [709]
B	78%	22%	100% [58]
C	65%	35%	100% [336]
D	87,5%	12,5%	100% [904]
Combinatie	64%	36%	100% [155]
Onbekend	92%	8%	100% [12]
<b>Totaal</b>	<b>72%</b>	<b>28%</b>	<b>100% [2174]</b>

Grafiek 6: Percentage type ventilatiesystemen dat voldoet of niet voldoet.

Om een nog beter beeld te krijgen in de prestaties van verschillende type ventilatiesystemen, kijken we tot slot naar de meetresultaten die tijdens de LCVS-uitvraag zijn verzameld in de situaties waarin de luchtverversing niet voldoet. Het gaat hierbij om de piekwaarden. Door deze meetresultaten te relateren aan het type ventilatiesysteem, ontstaat naast de omvang ook een beter beeld van de ernst per type ventilatiesysteem. Hoe groter de overschrijding is t.o.v. de grenswaarden<sup>6</sup> van 1.200 ppm voor de CO<sub>2</sub>-concentratie of onderschrijding van 6 dm<sup>3</sup>/s per persoon voor de hoeveelheid luchtverversing, hoe slechter het systeem presteert. Onderstaande tabel uit de Handreiking Optimaal Ventileren Op Scholen<sup>7</sup> geeft per CO<sub>2</sub>-niveau aan in welke mate maatregelen nodig worden geacht.

<sup>6</sup> Voor gebouwen met een vergunningverlening vanaf april 2012 is het Bouwbesluit nieuwbouw 2012 van toepassing. Daarvoor geldt als grenswaarde 950 ppm of 8,5 dm<sup>3</sup>/s per persoon (klasse B).

<sup>7</sup> <https://www.lesopafstand.nl/app/uploads/Handreiking-optimaal-ventileren-op-scholen.pdf>

Tabel 10: CO<sub>2</sub>-niveaus (in ppm) in relatie tot de te nemen maatregelen.

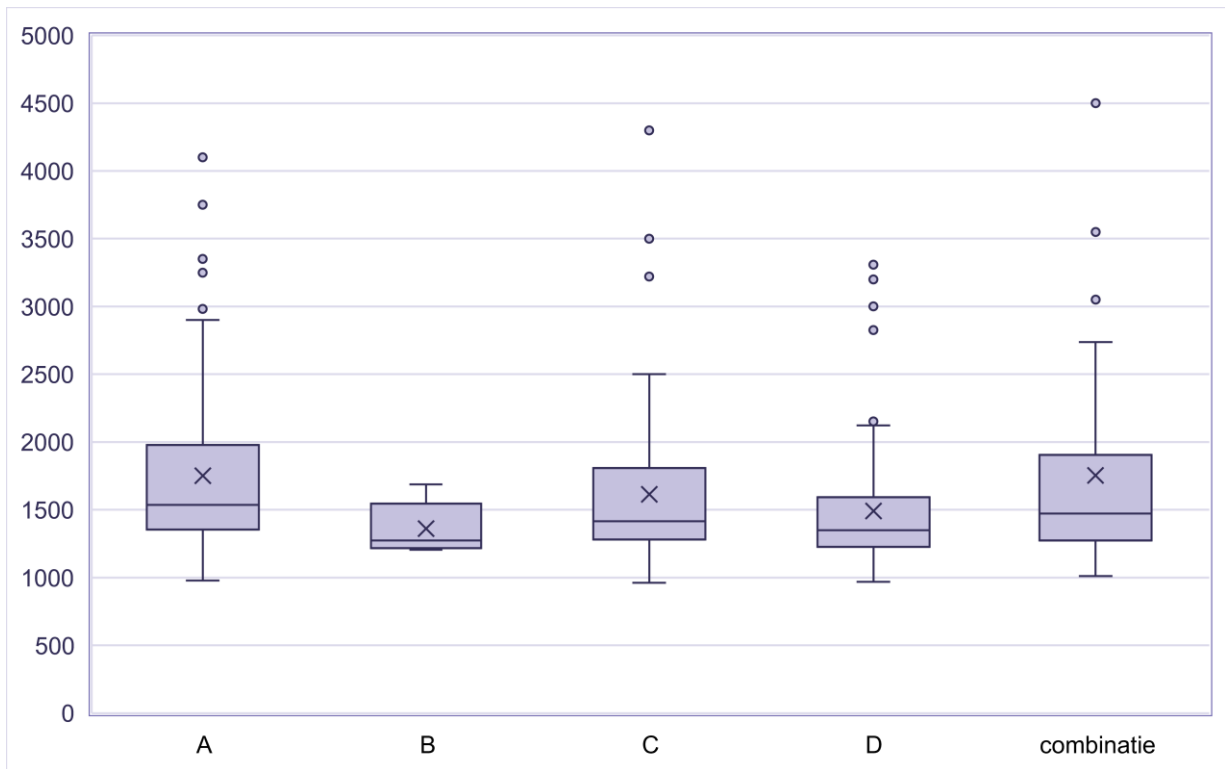
Beoordeling	ppm	Maatregelen
Slecht	> 1400	Maatregelen zijn hoog noodzakelijk
Onvoldoende	1000 – 1400	Maatregelen zijn noodzakelijk
Matig	800 – 1000	Maatregelen zijn wenselijk
Goed	650 – 800	Overweeg maatregelen
Zeer goed	< 650	Geen maatregelen noodzakelijk
Buitenluchtniveau	400	<i>N.v.t.</i>

In de twee grafieken op pagina 19 zijn de meetresultaten per type ventilatiesysteem weergegeven. Grafiek 7 geeft in een boxplot de onderzoeksresultaten weer van 320 schoolgebouwen waar deze data voor is aangeleverd en waarbij de CO<sub>2</sub>-concentraties zijn gemeten in parts per million (ppm), hetzij via de eendagsmethode of via permanente CO<sub>2</sub>-monitoring.

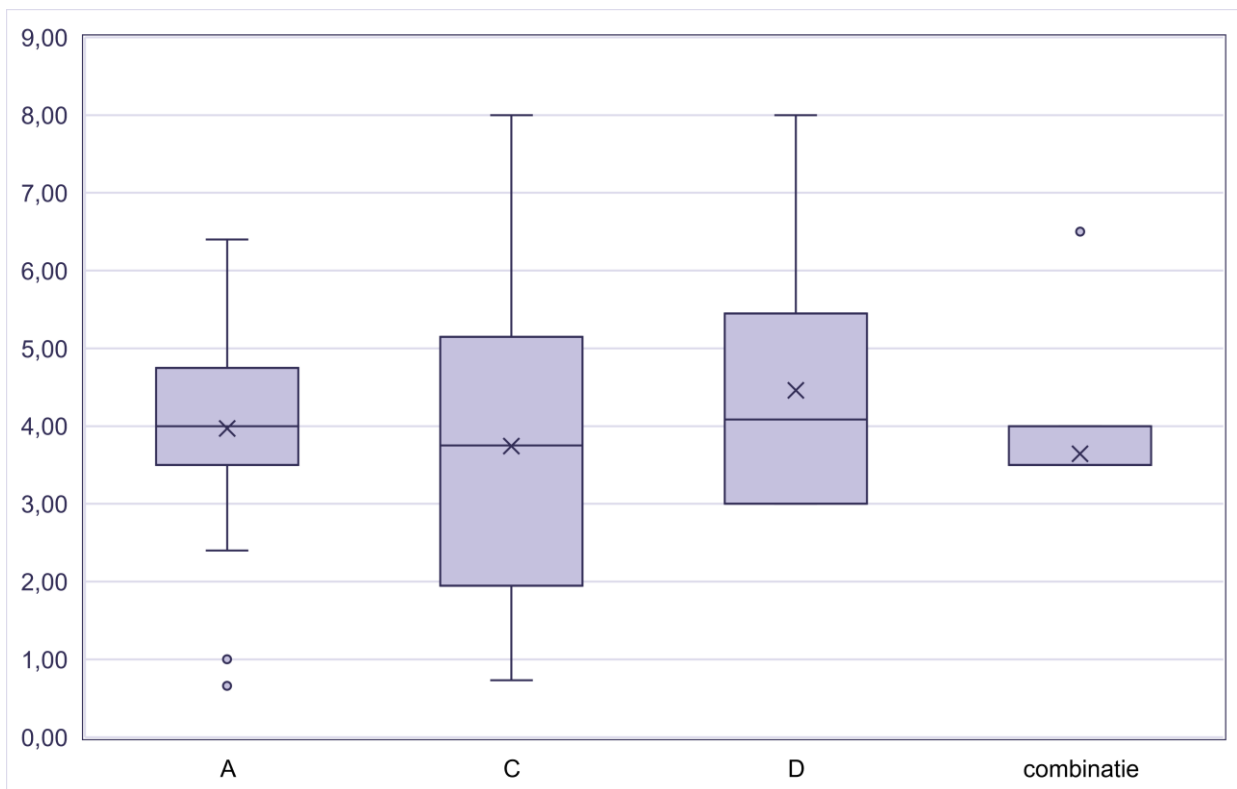
Te zien is dat ventilatiesystemen type A en type 'combinatie' de hoogste gemiddelden laten zien, respectievelijk 1.750 ppm en 1.754 ppm, en beiden uitschieters hebben tot boven de 4.000 ppm. Ventilatiesysteem type C doet het net wat minder slecht, met een gemiddelde CO<sub>2</sub>-waarde van 1.615 ppm met ook uitschieters tot boven de 4.000 ppm. Ventilatiesystemen type B en type D presteren het minst slecht, met respectievelijk een gemiddelde CO<sub>2</sub>-waarde van 1.360 ppm en 1.491 ppm. In tegenstelling tot type B, kent ventilatiesysteem type D wel enkele uitschieters tot boven de 3.000 ppm.

Grafiek 8 geeft in een boxplot de onderzoeksresultaten weer van 86 schoolgebouwen waarvoor deze data is aangeleverd en waarbij de ventilatiedebieten zijn gemeten of berekend in dm<sup>3</sup>/sec per persoon. Het aantal deelnemende schoolgebouwen is laag, en de uitkomsten dienen vooral indicatief gebruikt te worden. Mede ook omdat niet helder is hoe er tot de debieten is gekomen. Bij de interpretatie van de meetwaarden dient rekening gehouden te worden dat in tegenstelling tot de CO<sub>2</sub>-waarden bij grafiek 7, hoge waarden hier juist positief zijn (hoe hoger de debieten, hoe meer er namelijk wordt geventileerd).

Te zien is dat ventilatiesysteem type D relatief gezien het minst slecht presteert, met een gemiddeld debiet van 4,46 dm<sup>3</sup>/sec p.p., daarna gevolgd door ventilatiesysteem type A met een gemiddeld debiet van 3,97 dm<sup>3</sup>/sec p.p. Ventilatiesysteem type C heeft een gemiddeld debiet van 3,74 dm<sup>3</sup>/sec p.p., en kent samen met ventilatiesysteem type D de grootste spreiding in de meetdata (relatief grote verschillen). Ventilatiesysteem type 'combinatie' presteert gemiddeld gezien het slechtst met een gemiddeld debiet van 3,64 dm<sup>3</sup>/sec p.p., maar kent wel de minste spreiding. Van ventilatiesysteem type B is geen data aangeleverd.



Grafiek 7: Gemeten maximale CO<sub>2</sub>-concentraties in parts per million (ppm), per type ventilatiesysteem.



Grafiek 8: Gemeten of berekende maximale ventilatiedebieten in dm<sup>3</sup>/sec per persoon, per type ventilatiesysteem (type B ontbreekt).

**Vraag 3:** Welk beeld kan worden opgemaakt uit de aanwezige ventilatiesystemen en hun prestaties onderling, en per gebouw- en onderwijstype?

**Antwoord:** Ventilatiesystemen worden ingedeeld in de volgende type systemen:

- **Type A:** Systeem met natuurlijke aanvoer van verse lucht en afvoer van gebruikte lucht via (gevel)roosters, infiltratie, ramen en deuren;
- **Type B:** Systeem met mechanische (actieve) aanvoer van verse lucht en natuurlijke afvoer van gebruikte lucht via roosters;
- **Type C:** Systeem met mechanische (actieve) afvoer van gebruikte lucht en natuurlijke aanvoer van verse lucht via roosters;
- **Type D:** Systeem waarbij zowel de aanvoer van verse lucht als ook de afvoer van gebruikte lucht op mechanische (actieve) wijze plaatsvindt (gebalanceerde ventilatie).
- **Type 'combinatie':** combinatie van twee of meer verschillende typen.

In schoolgebouwen worden overwegend ventilatiesystemen type A (33%) en D (38%) gebruikt, gevolgd door type C (16%). Ventilatiesysteem type A komt vooral meer voor in het PO (34%) dan in het VO (25%).

Kijkend naar de gebouwtypen, dan wordt ventilatiesysteem type A vooral toegepast in de oudere gebouwenvoorraad (ouder dan 1992), specifiek in de vooroorlogse-, wederopbouw- en Londovoorraad. Ventilatiesysteem type D komt vooral veel voor in de nieuwere gebouwenvoorraad (1992 t/m heden), specifiek de Bouwbesluit- en nieuwbouwvoorraad.

Kijkend naar de onderlinge prestaties van de verschillende type ventilatiesystemen, dan presteert type A het slechtst. Bij 42% voldoet de ventilatie niet, gevolgd door type 'combinatie' (36%) en type C (35%). Ventilatiesysteem type D presteert het minst slecht, bij 12,5% voldoet hier de ventilatie niet.

Kijkend naar de gemeten piekwaarden voor de CO<sub>2</sub>-concentraties, dan laten ventilatiesysteem type A en type 'combinatie' de hoogste gemiddelden zien met respectievelijk 1.750 ppm en 1.754 ppm. En gevolgd door type C, met een gemiddelde CO<sub>2</sub>-piekwaarde van 1.615 ppm. Deze typen A, C en 'combinatie' kennen tevens uitschieters boven de 4.000 ppm.

## 2.4 Vraag 4: Wat zijn op hoofdlijnen de noodzakelijke interventies alsmede de daaraan verbonden kosten?

Voor de beantwoording van onderzoeksvraag 4, wordt gebruikgemaakt van de SUVIS-data. De SUVIS is een eenmalige specifieke uitkering, beschikbaar gesteld voor noodzakelijke en energiezuinige ventilatievoorzieningen en de daarbij behorende flankerende maatregelen. Dit met als doel het binnenklimaat te verbeteren en eventueel energiebesparing te realiseren. Deze SUVIS-data bevatten gegevens van de subsidieaanvragen zoals deze door de aanvragers bij RVO zijn ingediend tot aan de officiële sluitingstermijn van 30 juni 2021. De in deze SUVIS-aanvragen opgenomen interventies en kosten behelzen vaak meer dan alleen de aanpak van de ventilatie. Toch geeft het een reëel beeld van de (landelijke) opgave, aangezien de aanpak van de ventilatie niet los te zien is van (noodzakelijke) gelijktijdige aanvullende maatregelen om te komen tot een duurzaam binnenklimaat.

Enkel data worden gebruikt van de SUVIS-aanvragen die daadwerkelijk zijn toegewezen tot aan het subsidieplafond van €98.717.000,-. Het gaat hierbij om een totaal van 630 toegewezen projecten, deze zijn afkomstig uit heel Nederland (zie overzichtskaart rechterzijde, en uitvergroot opgenomen in bijlage 2). In 96% van de gevallen gaat het om de aanpak van één schoolgebouw. In de overige gevallen gaat het om projecten met meerdere gebouwen op dezelfde locatie (campussen of dependances).

Kijken we in onderstaande grafiek en tabel naar de verdeling per gebouwtype van deze 630 toegewezen SUVIS-aanvragen, dan zien we dat de meeste aanvragen zijn gedaan voor de 'wederopbouwvoorraad'. 34% van de aanvragen is voor dit gebouwtype aangevraagd. Kijkend naar het onderwijstype, dan zien we dat ook voor het PO de meeste aanvragen zijn gedaan voor deze 'wederopbouwvoorraad' (35,9%). Voor het VO zijn de meeste aanvragen gedaan voor de 'Bouwbesluitvoorraad' (35,2%). Er zijn géén SUVIS-aanvragen gedaan voor de 'nieuwbouwvoorraad'.

Als de relatie wordt gelegd met de LCVS-data als indicator voor de landelijke opgave, dan zien we in onderstaande tabel dat er relatief minder SUVIS-aanvragen zijn gedaan uit de 'wederopbouwvoorraad' dan te verwachten zou zijn vanuit de LCVS-data. Er zijn juist wat meer SUVIS-aanvragen gedaan uit de 'vooorlogse voorraad', Londo-voorraad' en 'Bouwbesluitvoorraad' dan we zouden verwachten vanuit de LCVS-data.



Afbeelding 1: Overzichtskaart toegewezen SUVIS-aanvragen.



Grafiek 9: Percentage aanvragen per gebouwtype en onderwijstype.

Tabel 11: Percentage aanvragen per gebouwtype en onderwijstype.

	PO	VO	Totaal	LCVS-data % waar ventilatie niet voldoet
Vooroorlogse voorraad	14,6% [69]	15,1% [24]	14,8% [93]	8,8%
Wederopbouwvoorraad	35,9% [169]	28,3% [45]	34,0% [214]	39,5%
Londovoorraad	24,2% [114]	21,4% [34]	23,5% [148]	21,7%
Bouwbesluitvoorraad	25,3% [119]	35,2% [56]	27,8% [175]	22,7%
Nieuwbouwvoorraad	0% [0]	0% [0]	0% [0]	3,2%
Onbekend	0% [0]	0% [0]	0% [0]	4,2%
<b>Eindtotaal</b>	<b>100% [471]</b>	<b>100% [159]</b>	<b>100% [630]</b>	<b>100% [600]</b>

De onderzoeksvraag kan opgedeeld worden in een tweetal deelvragen:

- **Vraag 4a: Wat zijn de noodzakelijke interventies?**
- **Vraag 4b: Wat zijn de kosten?**

Beiden worden in de volgende paragrafen separaat uitgewerkt.

### 2.4.1 Vraag 4a: Wat zijn de noodzakelijke interventies?

Uit de 630 toegewezen SUVIS-aanvragen, zijn per project c.q. per gebouw de geplande interventies bekend. In dit onderzoek is de informatie over deze interventies meegenomen zoals opgenomen in de projectomschrijvingen, toelichtingen en openbare samenvattingen. De door de aanvragers geüploade gedetailleerde projectplannen en -begrotingen maken geen onderdeel uit van de aangeleverde SUVIS-data, en zijn dan ook niet meegenomen in de verdere uitwerking.

Om een overzichtelijk beeld te kunnen geven van de mogelijke noodzakelijke interventies bij de verschillende soorten gebouwen (naar omvang en gebouwtype) in het funderend onderwijs, is er gebruikgemaakt van een selectie uit deze 630 SUVIS-aanvragen. Voor deze selectie van de projecten c.q. gebouwen, is er opeenvolgend onderscheid gemaakt in de:

#### 1. Vier gebouwtypen\*:

- Vooroorlogse voorraad
- Wederopbouwvoorraad
- Londovoorraad
- Bouwbesluitvoorraad

\* gebouwtype 'Nieuwbouwvoorraad' is niet vertegenwoordigd in de data.

#### 2. Vier klassen voor gebouwomvang o.b.v. leerlingaantal (omvangklasse):

- Minder dan 250 leerlingen
- 250 tot 500 leerlingen
- 500 tot 1000 leerlingen
- >1000 leerlingen (bevat de samenvoeging van de klasse '1000-2000 leerlingen' en de klasse '>2000 leerlingen' omwille van het beperkt aantal gebouwen dat per klasse vertegenwoordigd is in de SUVIS-data)

#### 3. Drie kostenniveaus\* binnen elke combinatie van gebouwtype en omvangklasse:

- Laag: bevat de twee gebouwen met de laagste kosten binnen elke combinatie van gebouwtype en omvangklasse, en waar de SUVIS-data voldoende informatie bevatten om uitspraken te kunnen doen over de interventie.
- Middel: bevat de twee gebouwen met een kostenniveau gelegen rond de mediaan binnen elke combinatie van gebouwtype en omvangklasse, en waar de SUVIS-

data voldoende informatie bevatten om uitspraken te kunnen doen over de interventie.

- o Hoog: bevat de twee gebouwen met de hoogste kosten binnen elke combinatie van gebouwtype en omvangklasse, en waar de SUVIS-data voldoende informatie bevatten om uitspraken te kunnen doen over de interventie.

*\*De drie kostenniveaus 'Laag', 'Middel' en 'Hoog' zijn relatief, aangezien ze worden bepaald door de voorafgaande selectie van gebouwtype en omvangklasse.*

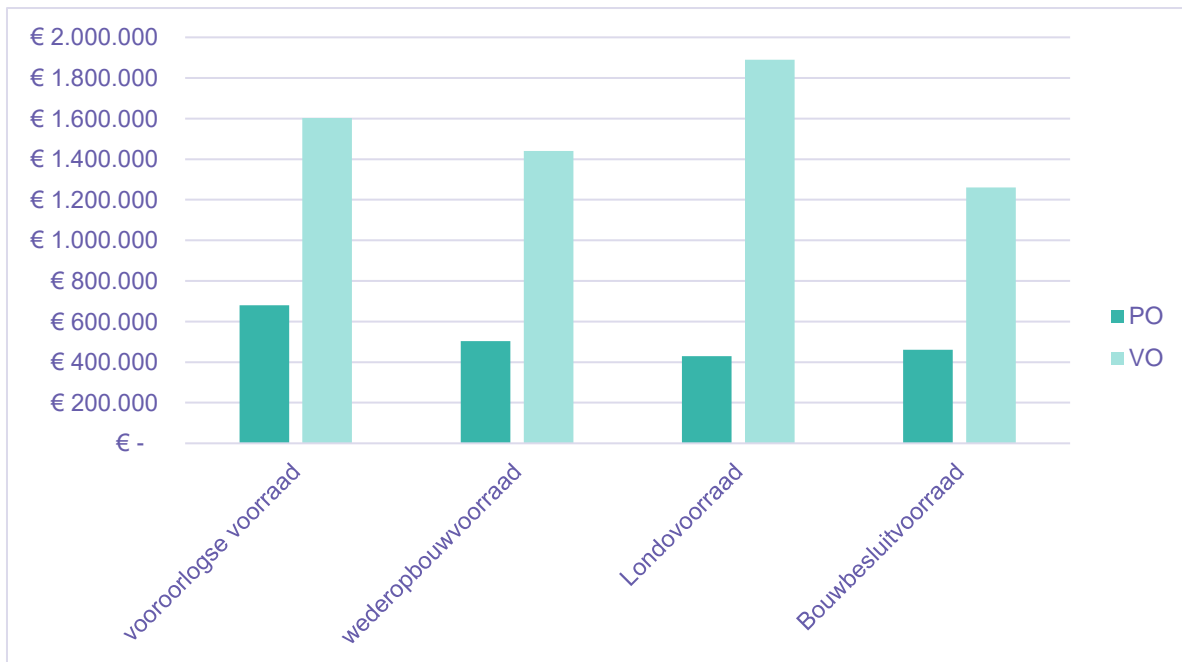
Vanwege de vergelijkbare opgave en het reeds gemaakte onderscheid in omvang, is er geen verdere uitsplitsing gemaakt naar PO en VO. De selectie resulteert daarmee in een totale selectiegrootte van 96 projecten (4 gebouwtypen x 4 klassen x 3 kostenniveaus x 2 gebouwen). In bijlage 3 staan de mogelijke (noodzakelijke) interventies per gebouwtype geclusterd die o.b.v. deze selectie 1-op-1 zijn afgeleid uit de goedgekeurde SUVIS-aanvragen. De gepresenteerde overzichten in de bijlage geven daarmee een beeld van de mogelijke te nemen interventies. Het gaat hierbij vooral om interventies zoals het aanbrengen van decentrale warmteterugwinunits (WTW-units) in één of meerdere lokalen, het uitbreiden van het bestaande ventilatiesysteem of het aanbrengen van een nieuw centraal (balans)ventilatiesysteem. In veel gevallen leidt dit tot een prestatieniveau naar klasse B (nieuwbouwniveau: maximale CO<sub>2</sub>-concentratie= 950 ppm), wat daarmee hoger ligt dan het minimumvereiste prestatieniveau naar klasse C (bestaande bouw: maximale CO<sub>2</sub>-concentratie =1.200 ppm).

Naast de interventies op het verbeteren van de ventilatie, worden in diverse gevallen aanvullende (energiebesparende) flankerende maatregelen getroffen. Hierbij gaat het om het aanbrengen van (extra) isolatie (dak, vloer, gevel, leidingen), HR++(+)-beglazing, ledverlichting, zonwerende voorzieningen (folies, screens, overstek), warmtepompen (of HR107-ketels) en PV-panelen. Incidenteel wordt (extra) spui-ventilatie aangebracht. Verder worden, als onderdeel van de verplichting uit de SUVIS-regeling, CO<sub>2</sub>-monitoring en een energieregistratie- en bewakingssysteem (EBS) aangebracht waar deze nog niet aanwezig waren. In sommige gevallen worden deze CO<sub>2</sub>-monitoring en EBS geïntegreerd in het nieuwe gebouwbeheersysteem (GBS).

Elk gebouw kent zijn eigen (ventilatie)opgave, projectomvang en voorgestelde specifieke aanpak. Er is op basis van de selectie dan ook geen duidelijk patroon te herkennen in de interventies als er gekeken wordt naar gebouwtype of gebouwomvang. Als we kijken naar de drie gedefinieerde kostenniveaus, dan is wel een duidelijker beeld te herkennen dat 1-op-1 samenhangt met de investeringsgrootte. Bij kostenniveau 'Laag' gaat het veelal om beperkte en gerichte ingrepen om de ventilatie ten minste tot aan het minimumniveau te brengen. Bij kostenniveau 'Middel' gaat het veelal om grootschalig (integrale) verbetering van de ventilatie (via centrale of decentrale oplossingen) al dan niet gecombineerd met één of meerdere (energiebesparende) flankerende maatregelen. Bij kostenniveau 'Hoog' gaat het veelal om projecten waar de ventilatie en energiebesparende maatregelen integraal onderdeel uitmaakt van een (grootschalige) renovatie.

#### **2.4.2 Vraag 4b: Wat zijn de kosten?**

Van de 630 toegewezen SUVIS-aanvragen, zijn per project c.q. per gebouw de begrote kosten bekend. Het aanleveren van een realistische begroting voor de werkzaamheden is een aanvraagvereiste binnen de SUVIS. Onderstaande grafiek en tabel laten zien dat de gemiddelde kosten per project €752.526,- bedragen. Per onderwijstype bedragen de gemiddelde kosten per gebouw €500.997,- in het PO en €1.497.619,- in het VO, waarbij het verschil tussen beiden te verklaren is door de grotere gemiddelde gebouwomvang in het VO. Kijken we naar de gebouwtypen, dan zijn in het PO de kosten relatief het grootst voor de 'vooroerlogse voorraad' met een gemiddeld kostenniveau per gebouw van €680.234,-. In het VO is de investering relatief het grootst voor de 'Londovoorraad' met een gemiddeld kostenniveau per gebouw van €1.889.003,-. De toegewezen SUVIS-aanvragen bevatten geen gebouwen uit de 'nieuwbouwvoorraad'.



Grafiek 10: Gemiddelde kosten per gebouw (begroot).

Tabel 12: Gemiddelde kosten per gebouw (begroot).

	PO	VO	Totaal
<i>Vooroorlogse voorraad</i>	€ 680.234	€ 1.602.417	€ 918.217
<i>Wederopbouwvoorraad</i>	€ 503.744	€ 1.440.223	€ 700.667
<i>Londovoorraad</i>	€ 429.899	€ 1.889.003	€ 765.099
<i>Bouwbesluitvoorraad</i>	€ 461.280	€ 1.261.201	€ 717.255
<b><i>Eindtotaal</i></b>	<b>€ 500.997</b>	<b>€ 1.497.619</b>	<b>€ 752.526</b>

Bij de SUVIS-aanvragen zijn de oppervlakten en het aantal leerlingen per gebouw onbekend. Er kunnen daarom op basis van die data geen uitspraken gedaan worden over bijvoorbeeld de kosten per vierkante meter (€/m<sup>2</sup>). De genoemde gemiddelde kosten dienen dan ook gezien te worden als een dwarsdoorsnede over het geheel.

Om toch enig inzicht te hebben in de relatie tussen de kosten en gebouwomvang, is gebruikgemaakt van de klassenindeling naar leerlingaantal die in de SUVIS-data staat opgenomen. In de SUVIS-data wordt er onderscheid gemaakt in de volgende vijf klassen:

- I. Minder dan 250 leerlingen
- II. 250 tot 500 leerlingen
- III. 500 tot 1000 leerlingen
- IV. 1000 tot 2000 leerlingen
- V. 2000 leerlingen of meer

Als gevolg van de gemiddeld grotere gebouwomvang in het VO (6.754 m<sup>2</sup> in VO, ca. 1.477 m<sup>2</sup> in PO)<sup>8</sup>, is in onderstaande grafiek logischerwijs te zien dat ook de gemiddelde kosten in het VO hoger liggen dan in het PO voor de aanpak van de ventilatie. Voor het VO en PO nemen de gemiddelde kosten per project ook logischerwijs toe bij oplopende leerlingaantallen (en dus oplopende gebouwomvang). Voor het PO geldt dit tot aan 1000 leerlingen (klasse 3), met de kanttekening dat klasse 4 uit slechts 1 gebouw bestaat en klasse 5 niet is vertegenwoordigd zoals te zien is in onderstaande tabel.

<sup>8</sup> Gebaseerd op de Sectorale Routekaart (2020)





Tabel 13: Aantal gebouwen per klasse.

	PO	VO	Totaal
< 250	305	16	321
250-500	147	25	172
500-1000	18	45	63
1000-2000	1	67	68
>2000	0	6	6
<b>Eindtotaal</b>	<b>471</b>	<b>159</b>	<b>630</b>

Grafiek 11: Gemiddelde kosten per gebouw naar leerlingaantal.

Op basis van de 630 projecten, kan er een doorrekening gemaakt worden voor de landelijke opgave. Voor deze doorrekening wordt gebruikgemaakt van het LCVS-bestand 'LCVS\_update' dat recente bouwjaargegevens bevat uit 2020 van 7.517 schoolgebouwen. Daarmee is landelijk het % aandeel per bouwtype bepaald, en opgenomen in onderstaande tabel 14.

Verder wordt o.b.v. de Sectorale Routekaart (2020) uitgegaan van een totaal gebouwenbestand van 9.331 schoolgebouwen voor het geheel funderend onderwijs, met een aandeel PO van 84,8% (met een totaal BVO van 11,67 miljoen m<sup>2</sup>) en een aandeel VO van 15,2% (met een totaal BVO van 9,59 miljoen m<sup>2</sup>). Bij de doorrekening wordt deze verdeling aangehouden bij elk van de vijf bouwtypen.

In onderstaande tabellen gaan we nader in op de landelijke verdeling en de totaalkosten voor de ventilatieaanpak. De eerste tabel (tabel 14) bevat de landelijke verdeling en het % dat niet voldoet o.b.v. de LCVS-data. De tweede tabel (tabel 15) bevat de daadwerkelijke doorrekening o.b.v. de gemiddelde kosten per gebouw en het aantal gebouwen dat niet voldoet.

Tabel 14: Landelijk verdeling totaal aantal gebouwen en aantal dat niet voldoet per bouwtype en onderwijstype.

	% landelijk aandeel o.b.v. 'LCVS_update'	# gebouwen o.b.v. 9.331 totaal	# gebouwen totaal PO (84,8%)	# gebouwen totaal VO (15,2%)	# gebouwen totaal PO dat niet voldoet	# gebouwen totaal VO dat niet voldoet
Vooroorlogs	8,5%	793	672	121	202 [30%]	37 [31%]
Wederopbouw	33,2%	3.098	2.626	472	893 [34%]	127 [27%]
Londo	19,6%	1.829	1.550	279	450 [29%]	117 [42%]
Bouwbesluit	30,4%	2.837	2.404	432	553 [23%]	78 [18%]
Nieuwbouw	8,3%	774	656	118	72 [11%]	6 [5%]

Tabel 15: Kosten totaal ventilatieaanpak (begroot).

	<b>Gemiddelde kosten per gebouw PO</b>	<b>Gemiddelde kosten per gebouw VO</b>	<b>Kosten totaal PO dat niet voldoet</b>	<b>Kosten totaal VO dat niet voldoet</b>	<b>Kosten TOTAAL PO+VO dat niet voldoet</b>
<i>Vooroorlogs</i>	€ 680.234	€ 1.602.417	€ 137.194.874	€ 60.028.402	€ 197.223.276
<i>Wederopbouw</i>	€ 503.744	€ 1.440.223	€ 449.744.909	€ 183.540.627	€ 633.285.536
<i>Londo</i>	€ 429.899	€ 1.889.003	€ 193.267.964	€ 221.074.489	€ 414.342.454
<i>Bouwbesluit</i>	€ 461.280	€ 1.261.201	€ 255.097.036	€ 98.114.008	€ 353.211.044
			<b>€ 1.035.304.783</b>	<b>€ 562.757.527</b>	<b>€ 1.598.062.310</b>

Op basis van de gecombineerde LCVS- en SUVIS-data volgt uit bovenstaande tabel dat de totaalkosten voor de ventilatieaanpak ca. €1,6 miljard bedragen. De 'nieuwbouwvoorraad' (gebouwen vanaf bouwjaar 2015) is niet meegenomen in deze doorrekening, aangezien dit gebouwtype ontbreekt in de toegewezen SUVIS-aanvragen. Kijken we hiervoor naar de nog niet toegekende of afgewezen SUVIS-aanvragen, dan liggen de kosten per gebouw tussen de €2.775,- en €22.600,-. Dit zou de totaalkosten voor de ventilatieaanpak verhogen met ca. €1,1 miljoen naar een totaal van €1.599.167.488,-.

**Vraag 4: Wat zijn op hoofdlijnen de noodzakelijke interventies alsmede de daaraan verbonden kosten?**

**Antwoord:** Op basis van de 630 goedgekeurde SUVIS-aanvragen wordt inzicht gegeven in de interventies en bijbehorende (begrote) projectkosten. De interventies behelzen vaak meer dan alleen de aanpak van de ventilatie. Toch geeft het een reëel beeld van de (landelijke) opgave, aangezien de aanpak van de ventilatie niet los te zien is van (noodzakelijke) gelijktijdige aanvullende maatregelen om te komen tot een duurzaam binnenklimaat.

Op basis van een nadere beschouwing van 96 SUVIS-aanvragen, kent ieder gebouw zijn eigen (ventilatie)opgave, projectomvang en voorgestelde specifieke aanpak, en zijn de soorten interventies dan ook onafhankelijk van gebouwtype of gebouwomvang. De aanpak van de ventilatie bestaat veelal uit het aanbrengen van decentrale warmteterugwinunits (WTW-units) in één of meerdere lokalen, het uitbreiden van het bestaande ventilatiesysteem of het aanbrengen van een nieuw centraal (balans)ventilatiesysteem.

In veel gevallen leidt dit tot een prestatieniveau naar klasse B. In diverse gevallen worden aanvullende (energiebesparende) flankerende maatregelen getroffen. Hierbij gaat het om het aanbrengen van (extra) isolatie (dak, vloer, gevel, leidingen), HR++(+)-beglazing, ledverlichting, zonwerende voorzieningen (folies, screens, overstek), warmtepompen (of HR107-ketels) en PV-panelen. Incidenteel wordt (extra) spui-ventilatie aangebracht. Verder worden, als onderdeel van de verplichting uit de SUVIS-regeling, CO<sub>2</sub>-monitoring en een energieregistratie- en bewakingssysteem (EBS) aangebracht waar deze nog niet aanwezig waren. Bij kostenniveau 'Laag' gaat het veelal om beperkte en gerichte ingrepen om de ventilatie ten minste tot aan het minimumniveau te brengen. Bij kostenniveau 'Middel' gaat het veelal om grootschalig (integrale) verbetering van de ventilatie (via centrale of decentrale oplossingen) al dan niet gecombineerd met één of meerdere (energiebesparende) flankerende maatregelen. Bij kostenniveau 'Hoog' gaat het veelal om projecten waar er sprake is van een (grootschalige) renovatie.

De gemiddelde kosten per project bedragen €752.526,- (PO: €500.997,-, VO: €1.497.619,-) op basis van de 630 goedgekeurde SUVIS-aanvragen. Landelijk doorgerekend voor de gebouwen die niet voldoen op basis van de LCVS-data, bedragen de totale landelijke kosten voor de ventilatieaanpak ca. €1,6 miljard.

### 3 Conclusie

**Op basis van de uitkomsten uit de steekproef is de conclusie dat landelijk in 27,6% van de schoolgebouwen de ventilatievoorziening onvoldoende presteert. Deze schoolgebouwen voldoen niet aan de gestelde eisen uit het Bouwbesluit en aanvullende richtlijnen vanuit de Gezondheidsraad (algemene gezondheid) en arbocatalogi (veilige en gezonde werkomgeving).**

Voor het PO ligt het percentage gebouwen dat niet voldoet op 27,9% en voor het VO op 26,4%. Mogelijk ligt het percentage schoolgebouwen dat niet voldoet hoger, aangezien een redelijk deel van de metingen in de gebruikte LCVS-data naar alle waarschijnlijkheid is uitgevoerd in een relatief warme periode (september). In deze periode was het mogelijk om (extra) te ventileren zonder dat dit ten koste ging van het thermisch comfort.

De grootste uitdaging ligt vooral bij de oudere bouwvoorraad, onderverdeeld in de 'vooroorlogse voorraad' (<1946), wederopbouwvoorraad (1946-1978) en de Londovoorraad (1978-1992). In 30% tot 33% voldoet hier de ventilatie niet. Met als uitschieters de 'wederopbouwvoorraad' in het PO (34% voldoet niet) en 'Londovoorraad' in het VO (42% voldoet niet). Dit is extra zorgelijk, omdat juist deze oudere bouwvoorraad landelijk bijna 64% van de totale bouwvoorraad omvat.

In deze oudere bouwvoorraad wordt voornamelijk natuurlijk geventileerd (in 44% tot 50% van de gebouwen), dus zonder aanwezigheid van mechanische (actieve) componenten. En juist deze wijze van natuurlijk ventileren leidt tot de meeste gevallen waarin de ventilatie niet voldoet. In de gebouwen waar alleen natuurlijk wordt geventileerd, blijkt namelijk bij 42% de ventilatie niet te voldoen. Gemiddeld genomen, ligt de CO<sub>2</sub>-piekwaarde in schoolgebouwen waar alleen natuurlijk wordt geventileerd op 1.750 ppm met uitschieters boven de 4.000 ppm.

Ook kan op basis van de SUVIS-data worden geconcludeerd dat elk gebouw zijn eigen (ventilatie)opgave, projectomvang en voorgestelde aanpak kent, en dat de soorten interventies dan ook onafhankelijk zijn van het bouwtype of bouwomvang. Verder behelzen de interventies vaak meer dan alleen de aanpak van de ventilatie, en maakt daarmee duidelijk dat de ventilatieaanpak niet los te zien is van (noodzakelijke) gelijktijdige aanvullende maatregelen om te komen tot een duurzaam binnenklimaat. Dit heeft zijn weerslag op de totale investeringsopgave. De gemiddelde kosten per project bedragen €752.526,- (PO: €500.997,-, VO: €1.497.619,-) op basis van de 630 goedgekeurde SUVIS-aanvragen. Landelijk doorgerekend voor de gebouwen die niet voldoen op basis van de LCVS-data, bedragen de totale landelijke kosten voor de ventilatieaanpak ca. €1,6 miljard.

Bovenstaande conclusies maken duidelijk dat de ventilatieopgave niet losstaat van de bredere landelijke opgave die er ligt op het gebied van onderwijshuisvesting. In de Sectorale Routekaart voor verduurzaming van schoolgebouwen (2020) wordt ook aandacht gevraagd voor de verouderde bouwvoorraad die kwalitatief ondermaats presteert en niet duurzaam is. Een programmatische en integrale aanpak van de verouderde voorraad waarbij ventilatie een onderdeel is, is de meest effectieve aanpak om binnen een vast te stellen termijn deze gebouwen op het gewenste niveau te krijgen.

## 4 Aanbevelingen

**Uit dit verdiepend onderzoek volgen een aantal aanbevelingen. Deze aanbevelingen kunnen zelfstandig opgepakt worden of op een natuurlijk moment zoals bij de uitvoering van de tweede tranche ‘Specifieke uitkering ventilatie in scholen’ (SUVIS). Tevens kunnen deze aanbevelingen worden meegenomen als aanvulling op de Sectorale Routekaart en op de bevindingen uit het Interdepartementale beleidsonderzoek (IBO) Onderwijshuisvesting funderend onderwijs.**

**Aanbeveling 1:** In het rapport komt duidelijk naar voren dat de ventilatieopgave verband houdt met de verouderde gebouwenvoorraad. De aanbeveling wordt gedaan om de ventilatieopgave dan ook in een breder perspectief te blijven zien, waarbij de ventilatieaanpak onderdeel uitmaakt van de totale aanpak. Het IBO benoemt drie huisvestingsopgaven: kwaliteit, functionaliteit en duurzaamheid. De huisvestingsopgave dient dan ook integraal bekeken te worden, met gelijktijdige aandacht voor deze drie thema’s om versnippering en desinvesteringen te voorkomen.

**Aanbeveling 2:** De volgende tranche van de SUVIS biedt kansen om extra inzichten op te halen uit het veld voor het vervolg. Het verdient de aanbeveling om het SUVIS-aanvraagformulier uit te breiden met aanvullende informatie over de gebouwen waar deze subsidie betrekking op heeft. Te denken valt aan informatie over de daadwerkelijke ventilatieopgave, eenduidige omschrijving van de verbetermaatregelen, het aantal m<sup>2</sup> BVO en het exacte aantal leerlingen. Deze aanvullende informatie vereenvoudigt toekomstig onderzoek.

**Aanbeveling 3:** Het is voor scholen en gemeenten om uiteenlopende redenen niet altijd mogelijk om op korte termijn in het schoolgebouw te investeren in een verbeterde ventilatievoorziening. Met een consequent gebruik van de aanwezige ventilatie- en spuivoorzieningen en extra bewustwording bij de dagelijkse gebruikers, kan de situatie al significant verbeteren (zie ook handreiking optimaal ventileren op scholen<sup>9</sup>). CO<sub>2</sub>-meters zijn daarvoor een handig hulpmiddel. De aanbeveling wordt gedaan om ook de aanschaf van CO<sub>2</sub>-meters voor de leslokalen onderdeel te laten uitmaken van de subsidieregeling, ook als dit niet gelijk aantoonbaar leidt tot het voldoen aan de ventilatienormen en -richtlijnen.

Deze CO<sub>2</sub>-meters in de leslokalen zorgen er niet alleen voor dat de situatie beter te beheersen valt, maar kunnen, door het stellen van voorwaarden bij het verstrekken van de subsidie (o.a. verplichte monitoring en instructies voor een correcte plaatsing), tevens een belangrijke bijdrage leveren aan het creëren van een objectiever landelijk beeld van de bestaande gebouwenvoorraad wat betreft het binnenklimaat. Het vormt daarmee ook gelijk een goede basis voor aanvullend onderzoek i.c.m. de inzichten die logischerwijs nog worden opgehaald tijdens de uitvoering van de eerste en tweede tranche van de SUVIS.

**Aanbeveling 4:** Op korte termijn wordt in veel scholen de ventilatie aangepakt, al dan niet gecombineerd met aanvullende (verduurzamings)maatregelen. Het is interessant om te onderzoeken of er naar het voorbeeld van het Gezonde Schoolgebouwenprogramma in Amsterdam<sup>10</sup>, een meer programmatische aanpak mogelijk is. Hierbij worden projecten met vergelijkbare opgaven en/of uit dezelfde regio gecombineerd tot een logische bundeling van uitvragen, en doorlopen ze een geoptimaliseerd proces van onderzoek t/m oplevering en eventueel i.c.m. meerjarig onderhoud. Hieraan zitten (schaal)voordelen, zodat met dezelfde middelen meer mogelijk wordt.

---

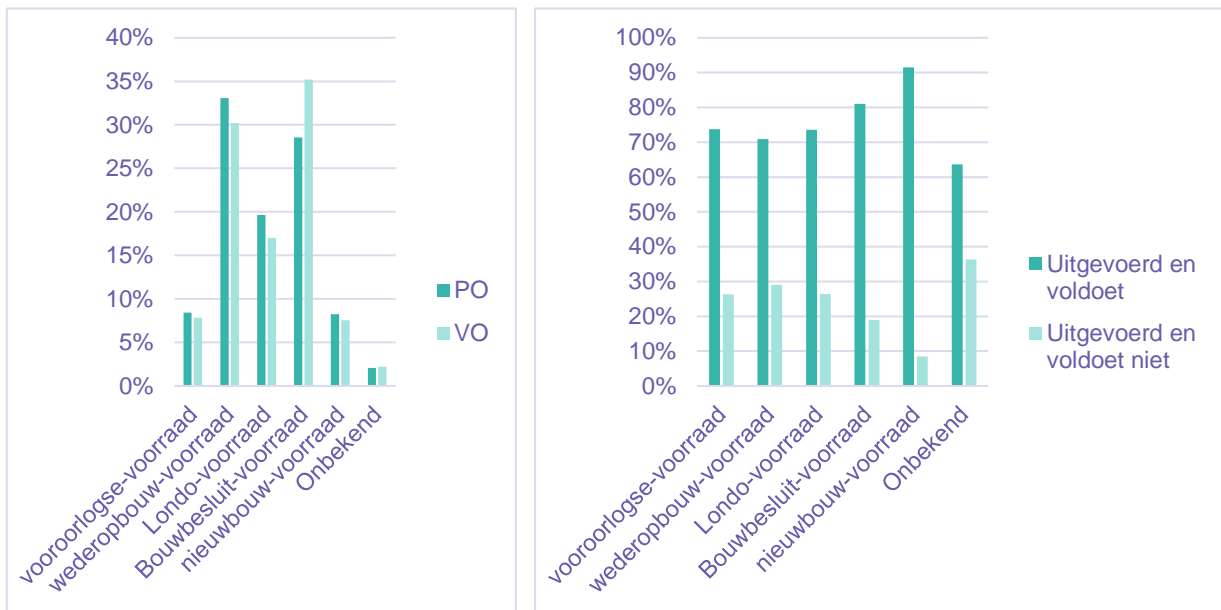
<sup>9</sup> <https://www.lesopafstand.nl/app/uploads/Handreiking-optimaal-ventileren-op-scholen.pdf>

<sup>10</sup> <https://www.amsterdam.nl/sociaaldomein/onderwijs-leerplicht/duurzame-scholen/gezonde/>

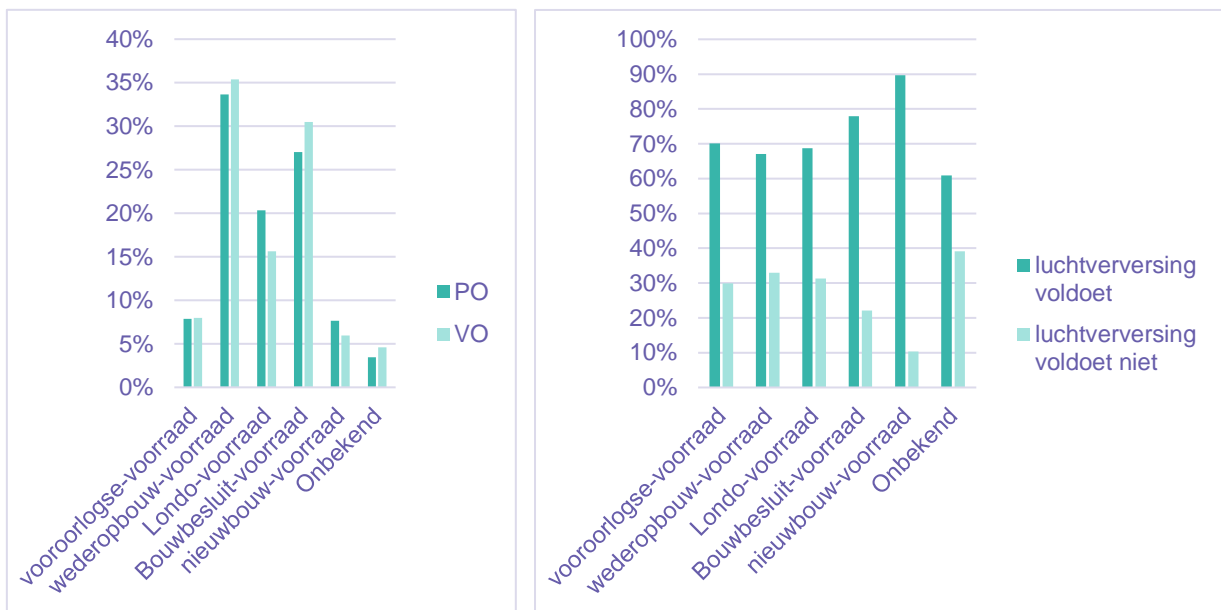
Bijkomend voordeel is dat er leereffecten worden opgedaan om de oudere gebouwvoorraad (versneld) aan te pakken. Verder vergt een dergelijke programmatische aanpak enige voorbereidingstijd. Deze extra voorbereidingstijd heeft als voordeel dat het de druk vermindert die nu wordt gevoeld in de markt om op korte termijn scholen aan te pakken, mede als gevolg van de verplichting in de SUVIS om activiteiten uiterlijk 1 januari 2022 te starten.

**Aanbeveling 5:** In het onderzoek is geconcludeerd dat de grootste opgave ligt in de oudere gebouwvoorraad en bij het gebruik van ventilatiesysteem type A (natuurlijke ventilatie). Toch blijkt uit het onderzoek dat ook bij een deel van de Bouwbesluit- en nieuwbouwvoorraad de ventilatie niet voldoet. De aanbeveling wordt gedaan om hier nader onderzoek naar te doen om te achterhalen waarom de situatie ook hier in diverse gevallen niet voldoet. Hier kan lering getrokken worden voor de bestaande voorraad, maar ook voor schoolgebouwen die nog nieuw gebouwd of verbouwd gaan worden. Voor de schoolgebouwen waar sprake is van natuurlijke ventilatie (deels of volledig), is de aanbeveling om extra aandacht te geven aan bewustwording en consequent gebruik van de aanwezige natuurlijke ventilatie- en spuivoorzieningen. Bijvoorbeeld door gerichte (landelijke) voorlichtingscampagnes en het geven van instructies op locatie.

# BIJLAGE 1: Basisvergelijking bronbestanden LCVS



Grafiek 12 LCVS\_update: bouwjaarklasse vs. onderwijstype (links), bouwjaarklasse vs. ventilatieonderzoek (rechts).



Grafiek 13 LCVS\_samen: bouwjaarklasse vs. onderwijstype (links), bouwjaarklasse vs. ventilatieonderzoek (rechts).

# BIJLAGE 2: Overzichtskaart SUVIS-aanvragen



## BIJLAGE 3: Interventies SUVIS-aanvragen

### VOORROORLOGSE VOORRAAD

	Kosten-niveau	Geplande interventie (o.b.v. twee projecten)
<i>&lt;250 leerlingen</i>	€ laag	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Warmteterugwinunits (WTW-units) voor 3 lokalen (klasse B), CO<sub>2</sub>-monitoring, energieregistratie- en bewakingssysteem (EBS).</li> <li>- Luchtbehandelingskast (LBK) met WTW (klasse B), CO<sub>2</sub>-monitoring.</li> </ul>
	€ middel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Decentrale balansventilatie voor 9 lokalen (klasse B), vergroting afzuiging toiletgroepen (3 dakventilatoren), optimalisatie klimaatregeling en waterzijdige inregeling, isoleren cv-leidingen, 55 m<sup>2</sup> PV-panelen, CO<sub>2</sub>-monitoring (onderdeel renovatieproject).</li> <li>- WTW-units met CO<sub>2</sub>-regeling.</li> </ul>
	€ hoog	<ul style="list-style-type: none"> <li>- LBK (klasse B) met koeling, gedeeltelijke vervanging gevelkozijnen, vervanging systeemplafonds, HR-ketel, zonwering, ledverlichting.</li> <li>- Aanbrengen balansventilatie (klasse B), 2 luchtwarmtepompen, isoleren gebouwschil (onderdeel renovatieproject).</li> </ul>
<i>250-500 leerlingen</i>	€ laag	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Decentrale WTW (klasse C) t.b.v. entreegebied, CO<sub>2</sub>-monitoring, EBS.</li> <li>- Decentrale WTW-unit per 2 lokalen (klasse B) incl. koeling en verwarming, zonwering, triple glas, isoleren (onderdeel renovatie).</li> </ul>
	€ middel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 4 WTW-units voor 19 lokalen (klasse B), 8 extra kiepramen in de gangen, EBS, CO<sub>2</sub>-monitoring.</li> <li>- Centraal CO<sub>2</sub>-gestuurde LBK (klasse B-C) met warmtepomp, HR++ glas, PV-panelen.</li> </ul>
	€ hoog	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CO<sub>2</sub>-gestuurde ventilatiesystemen (klasse B), isolatie dak en gevel, ledverlichting (onderdeel renovatie).</li> <li>- Co<sub>2</sub>-gestuurde ventilatiesystemen (klasse B), isolatie dak en gevel, ledverlichting (onderdeel renovatie, bevat 2 gebouwen).</li> </ul>
<i>500-1000 leerlingen</i>	€ laag	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uitbreiding LBK met WTW (klasse C), CO<sub>2</sub>-monitoring, EBS.</li> <li>- Decentrale WTW-units (1000 m<sup>3</sup>/uur) per lokaal, CO<sub>2</sub>-monitoring.</li> </ul>
	€ middel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Twee LBK's (klasse A) met lucht/water warmtepomp, systeemplafond met verlichting.</li> <li>- 49 decentrale WTW's (klasse B), verbeteren en aanbrengen spuumogelijkheden, ledverlichting, CO<sub>2</sub>-monitoring.</li> </ul>
	€ hoog	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Volledige vernieuwing werktuigbouwkundige installaties, verbetering volledig binnenmilieu (licht, lucht klasse B, geluid, thermisch comfort), onderwijskundig, energiezuinig (onderdeel renovatie).</li> <li>- LBK met WTW (klasse B), HR++ beglazing, dakisolatie, gevelisolatie, vloerisolatie, luchtwarmtepomp, ledverlichting (onderdeel renovatie).</li> </ul>
<i>&gt;1000 leerlingen</i>	€ laag	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Decentrale WTW-units (klasse B).</li> <li>- Twee LBK's met WTW (klasse B), systeemplafonds met ledverlichting, vernieuwing radiatoren, CO<sub>2</sub>-monitoring.</li> </ul>
	€ middel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CO<sub>2</sub>-gestuurde balansventilatie met WTW (klasse B), dakisolatie, CO<sub>2</sub>-monitoring, EBS.</li> <li>- Gebalanceerde ventilatie met WTW.</li> </ul>
	€ hoog	<ul style="list-style-type: none"> <li>- LBK met WTW (klasse C), dak- en vloerisolatie, HR++-beglazing, kierdichting, ledverlichting met aanwezigheids- en bewegingsdetectie, CO<sub>2</sub>-monitoring, EBS.</li> <li>- Aanpassing luchtbehandeling, warmtepomp, zonwerende beglazing, ventilatieregeling met registratie.</li> </ul>



## WEDEROPBOUWVOORRAAD

	Kosten-niveau	Geplande interventie (o.b.v. twee projecten)
<i>&lt;250 leerlingen</i>	€ laag	- Mechanische ventilatie (klasse C), CO <sub>2</sub> -monitoring. - Mechanische ventilatie (klasse C), CO <sub>2</sub> -monitoring, kozijnaanpassing personeelsruimte.
	€ middel	- Decentrale ventilatiesystemen leslokalen (klasse C). - 9 WTW-units (klasse C), CO <sub>2</sub> -monitoring, EBS, zonwering.
	€ hoog	- Ventilatie klasse A/B, Energetisch klasse C, overig klasse B, vernieuwing buitenschil en binneninrichting (onderdeel volledige renovatie). - Mechanische ventilatie met WTW (klasse C), warmtepomp, verwarming en koeling (onderdeel renovatie).
<i>250-500 leerlingen</i>	€ laag	- CO <sub>2</sub> -gestuurde decentrale ventilatie in enkele ruimtes (klasse B), aanpassing bestaande ventilatiesystemen, CO <sub>2</sub> -monitoring, EBS. - Decentrale ventilatieboxen met WTW en CO <sub>2</sub> -sturing, ledverlichting.
	€ middel	- Optimalisatie en aanbrengen ventilatiesysteem (klasse B). - Gebalanceerd ventilatiesysteem met WTW (klasse B), aanpassing cv, CO <sub>2</sub> -monitoring, EBS.
	€ hoog	- CO <sub>2</sub> -gestuurde ventilatiesystemen (klasse B), isolatie buitenschil, ledverlichting (onderdeel renovatie, 2 panden). - CO <sub>2</sub> - en temperatuur gestuurde decentrale ventilatiesystemen (klasse B), nieuwe plafonds, vervanging gevel met spui-ventilatie (klasse B) en triple glas (onderdeel technische renovatie).
<i>500-1000 leerlingen</i>	€ laag	- Mechanische afzuiging in 9 lokalen (vanuit gangzone), plaatsing deurroosters in 42 lokalen, CO <sub>2</sub> -monitoring, EBS. - Voor 15 lokalen CO <sub>2</sub> -gestuurde centrale luchtbehandelingsinstallatie met WTW (klasse B).
	€ middel	- Mechanisch ventilatiesysteem (klasse B), HR107-ketels. - CO <sub>2</sub> -gestuurde WTW-units in leslokalen en nevenruimtes (klasse B).
	€ hoog	- Luchtbehandelingssysteem (klasse A), warmtepomp, ledverlichting, zonwering/overkapping, CO <sub>2</sub> -monitoring. - Balansventilatie (klasse B) (onderdeel totale gevelrenovatie).
<i>&gt;1000 leerlingen</i>	€ laag	- Plaatsing extra raamventilatie en dakventilatoren (klasse C), CO <sub>2</sub> -monitoring. - CO <sub>2</sub> -gestuurde afzuiging en deurroosters t.b.v. gymzaal, CO <sub>2</sub> -monitoring (klasse C).
	€ middel	- Dauerlftung i.c.m. nieuwe kozijnen (HR++), overstortroosters en toerengeregelde afzuigventilator (klasse C), CO <sub>2</sub> -sturing, EBS. - Decentrale mechanische ventilatie met WTW (klasse B), VRV-units i.c.m. warmtepompen voor 51 lokalen en 17 nevenruimten, isolatie schil.
	€ hoog	- Balansventilatie met WTW (klasse B), warmtepomp, Isolatie gevel en dak, beglazing HR++, PV-panelen, ledverlichting, upgrade binnenafwerking CO <sub>2</sub> -monitoring, EBS (onderdeel energie neutrale renovatie). - Luchtbehandelingskast, warmtepomp, PV-panelen, ledverlichting, Isolatie schil, CO <sub>2</sub> -monitoring, EBS (onderdeel volledige renovatie meerdere bouwdelen/panden).

## LONDOVOORRAAD

	Kosten-niveau	Geplande interventie (o.b.v. twee projecten)
<i>&lt;250 leerlingen</i>	€ laag	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mechanische ventilatie (klasse C), CO<sub>2</sub>-monitoring.</li> <li>- 6 lokalen mechanische ventilatie zonder WTW (klasse C).</li> </ul>
	€ middel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Decentrale ventilatie-unit per lokaal (klasse B), CO<sub>2</sub>-monitoring, EBS.</li> <li>- Decentrale mechanische ventilatie in alle leslokalen (klasse B), warmtepomp, CO<sub>2</sub>-monitoring.</li> </ul>
	€ hoog	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ventilatiesysteem (klasse B), spui ventilatie gevels, nieuwe isolatieschil dak en gevel (incl. beglazing), akoestische plafonds, vernieuwing verlichtingsarmaturen, CO<sub>2</sub>-monitoring (onderdeel renovatie naar BENG).</li> <li>- Ventilatiesystemen (klasse B), verduurzaming en isolatiemaatregelen, CO<sub>2</sub>-monitoring, EBS (onderdeel renovatie).</li> </ul>
<i>250-500 leerlingen</i>	€ laag	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Renovatie luchtbehandelingskast met WTW t.b.v. 12 lokalen, 4 lokalen mechanische ventilatie, CO<sub>2</sub>-monitoring, EBS.</li> <li>- Decentrale WTW-units in 4 lokalen (klasse B), CO<sub>2</sub>-monitoring, EBS.</li> </ul>
	€ middel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Luchtbehandelingskasten (klasse B/C), isoleren appendages.</li> <li>- Decentrale luchtbehandelingskasten (klasse B).</li> </ul>
	€ hoog	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vraaggestuurde gebalanceerde ventilatie met WTW (klasse B/C), luchtwarmtepomp voor koeling en naverwarming, isolatie buitenschil, zonwerende folie, energetische sprong van label E naar B+.</li> <li>- Vraaggestuurde gebalanceerde ventilatie met WTW (klasse B/C), luchtwarmtepomp voor koeling en naverwarming, isolatie buitenschil, screens.</li> </ul>
<i>500-1000 leerlingen</i>	€ laag	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Per lokaal mechanische afzuiging en deurroosters (klasse C), CO<sub>2</sub>-monitoring.</li> <li>- Gebalanceerde ventilatie met WTW (klasse B), centrale afzuiging trappenhuizen, voorbereiding koeling, CO<sub>2</sub>-monitoring.</li> </ul>
	€ middel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Luchtbehandelingskast met WTW, lucht-waterwarmtepomp, isolatie vloer, gevel en dak, vervanging glas, GBS t.b.v. CO<sub>2</sub>-monitoring en EBS.</li> <li>- verbetering ventilatiesysteem (klasse B), koeling, vervanging zonwering.</li> </ul>
	€ hoog	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vernieuwing verwarming en ventilatie (klasse B), renovatie schil (kozijnen, beglazing, isolatie), verbetering verlichting en akoestiek.</li> <li>- Vraaggestuurde mechanische ventilatie met WTW (klasse B), warmtepomp met koelmogelijkheid, gevelisolatie (nieuwe kozijnen en beglazing), spui ventilatie, automatische zonwering, ledverlichting, CO<sub>2</sub>-monitoring, EBS.</li> </ul>
<i>&gt;1000 leerlingen</i>	€ laag	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 3 CO<sub>2</sub>-gestuurde decentrale klimaatunits (klasse B/C), ledverlichting.</li> <li>- Luchtbehandelingskast en uitbreiding bestaand systeem met decentrale ventilatie-units (klasse C).</li> </ul>
	€ middel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 3 centrale luchtbehandelingskasten met verwarmings- en koelbatterij (klasse B), CO<sub>2</sub>-monitoring en EBS.</li> <li>- Verbetering bestaande mechanische afzuiging, mechanische ventilatie in de natuurlijk geventileerde gebouwdelen (klasse B).</li> </ul>
	€ hoog	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CO<sub>2</sub>-gestuurd ventilatiesysteem met WTW (klasse B), ledverlichting, vervanging cv-installatie, HR++-beglazing (onderdeel renovatie).</li> <li>- 3 CO<sub>2</sub>-gestuurde luchtbehandelingskasten (klasse B), nieuwe gevels met isolerende beglazing, CO<sub>2</sub>-monitoring, EBS, gasloos (onderdeel renovatie).</li> </ul>

## BOUWBESLUITVOORRAAD

	Kosten-niveau	Geplande interventie (o.b.v. twee projecten)
<i>&lt;250 leerlingen</i>	€ laag	- Pijpventilator voor 2 lokalen en roostervervanging (klasse C). - Mechanisch ventilatiesysteem met WTW in 1 groot lokaal (klasse C), EBS.
	€ middel	- Decentraal CO <sub>2</sub> -gestuurde WTW-units (klasse B), CO <sub>2</sub> -monitoring. - Centrale luchtbehandelingskast (klasse B), warmtepomp t.b.v. naverwarming en koeling, CO <sub>2</sub> -monitoring.
	€ hoog	- Balansventilatie (klasse B), 6 dakventilatoren t.b.v. afzuiging toiletruimten, thermostaatknoppen radiatoren, 200 m <sup>2</sup> PV, CO <sub>2</sub> -monitoring. - CO <sub>2</sub> -gestuurde WTW-units per lokaal/ruimte (klasse B), warmtepomp.
<i>250-500 leerlingen</i>	€ laag	- Verhoging bestaande capaciteit (klasse C), zonwering, CO <sub>2</sub> -monitoring, EBS. - Uitbreiding bestaand ventilatiesysteem (klasse C).
	€ middel	- Ventilatiesysteem met WTW (klasse C), ledverlichting, CO <sub>2</sub> -monitoring, EBS. - Decentraal CO <sub>2</sub> -gestuurd ventilatiesysteem (klasse B), ledverlichting.
	€ hoog	- Technische renovatie en gedeeltelijke vervanging installaties (klasse B). - WTW-units (klasse C), (onderdeel verduurzamingstraject).
<i>500-1000 leerlingen</i>	€ laag	- Vervanging defecte CO <sub>2</sub> -sensoren, vervanging VAV-kleppen (klasse B). - CO <sub>2</sub> -gestuurde WTW-units (klasse B), luchtbehandelingskast, warmtepompen, CO <sub>2</sub> -monitoring.
	€ middel	- Decentraal balansventilatiesysteem met WTW (klasse B) in 29 lokalen. - 2 LBK's, centrale afzuiging in trappenhal (klasse B), koeling, CO <sub>2</sub> -monitoring.
	€ hoog	- Vervanging klimaatinstallatie (klasse B), ledverlichting. - LBK met WTW (klasse B), HR++-beglazing, isoleren zoldervloer, dak, spouwmuur, lucht/waterwarmtepomp (hybride).
<i>&gt;1000 leerlingen</i>	€ laag	- WTW-units in 6 lokalen (klasse C), CO <sub>2</sub> -monitoring, EBS. - Luchtbehandelingskast (klasse B), CO <sub>2</sub> -monitoring, EBS, aanpassing kiepramen naar draairamen.
	€ middel	- Decentrale ventilatie-units klaslokalen (klasse B), koeling. - CO <sub>2</sub> - en temperatuur gestuurde balansventilatiesystemen (VAV) (klasse B), warmtepompen t.b.v. verwarmen en koelen, ledverlichting, CO <sub>2</sub> -monitoring, EBS.
	€ hoog	- Energiezuinig ventilatiesysteem met WTW (klasse C), warmtepompen t.b.v. naverwarming en koeling, ledverlichting, PV-panelen, CO <sub>2</sub> -monitoring, EBS. - Gebalanceerde ventilatie met koeling (klasse B), CO <sub>2</sub> -monitoring, EBS.