

Auteurs

Ir. A.M.S. (Annemarie) Weersink¹; Ir. F.G.H. (Frans) Koene²;
Dr. Ir. C. (Christian) Struck¹; Drs. R.C.P. de Kwaasteniet³

1) Saxion

2) TNO

3) Mulier Instituut

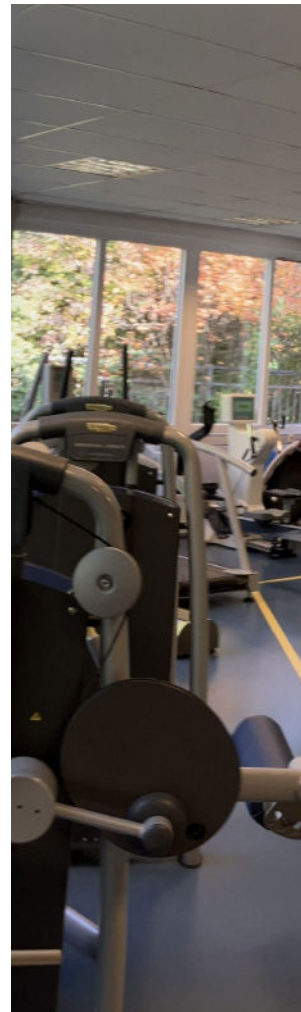
Ventilatie in maatschappelijk urgente sportgebouwen

Een pandemie kan een maatschappij ontwrichten, met verstrekkende gevolgen. In de coronapandemie werd de sportsector zwaar getroffen. De pandemie onderstreepte het belang van goede ventilatie. Het Programma Pandemische Paraatheid en Ventilatie (P3Venti) onderzocht verbetermogelijkheden in diverse soorten sportgebouwen. Een inventariserend praktijkonderzoek gaf meer inzicht in kenmerken en risico's van ventilatiesystemen in die sportvoorzieningen. Op basis van interviewvragenlijsten, technische opnames, ventilatie- en CO₂-metingen zijn in het kader van pandemische paraatheid algemene adviezen geformuleerd om de blootstelling aan virusdeeltjes door ventilatie te beperken. Dit artikel is een vervolg op het artikel over pandemische paraatheid van gezondheidszorggebouwen in TVVL-magazine 01, 2026

Sportinstellingen zijn sterk getroffen tijdens de coronacrisis. Sporten in crisistijd is belangrijk omdat dit juist fysiek en mentaal bijdraagt aan de gezondheid van mensen. De coronacrisis maakte dat nog eens duidelijk. In dat verband werd ook het belang van goede ventilatie in sportvoorzieningen duidelijk. Veel sportinstellingen moesten hun deuren sluiten, ondanks dat zij meer spuiventilatie toepasten door ramen en ook buitendeuren wijd open te zetten. Soms werden ramen geplaatst voor extra spuiventilatie en werd getraind met minder mensen, meer verspreid over de dag, buiten of helemaal niet. Dat is inmiddels verleden tijd. Het is belangrijk om sluiting bij een volgende crisis te voorkomen. Relevant is het hebben van inzicht in kenmerken en voordelen van ventilatiesystemen in sportvoorzieningen, zodat sportvoorzieningen in een volgende pandemie die wordt veroorzaakt door een virus dat zich ook via de lucht verspreidt, mogelijk sneller open kunnen en/ of langer open kunnen blijven. Het gaat niet alleen om het technisch functioneren van de ventilatiesystemen maar ook over het besef van het belang van ventilatie bij therapeuten/instructeurs. Er is voor de sportsector een duidelijk handelingsperspectief nodig, dit ontbreekt nu echter nog.

Praktijkonderzoek naar kenmerken en gebruik

Het ministerie van VWS financierde het onderzoeksprogramma Pandemische Paraatheid en Ventilatie (P³Venti) [1] om na te gaan of en hoe ventilatie in sportinstellingen kan helpen om de blootstelling te reduceren en zich daarmee beter voor kan bereiden op een volgende pandemie. TNO was trekker van P³Venti, dat als doel had meer inzicht te verkrijgen over de rol van virusverspreiding via de lucht -aerosole overdracht-. Daarnaast is onderzocht hoe zinvol en noodzakelijk het is om te investeren in goede ventilatie. Het ministerie van VWS definieerde Maatschappelijk Urgente Sportvoorzieningen (MUS), waartoe o.a. fysiogymruimtes, fitnessruimtes en yoga/pilatesruimtes behoren. Vanuit P³Venti werd voor MUS-ruimten een overzicht opgesteld met relevante kenmerken van de aangetroffen ventilatiesystemen, de manier waarop deze worden gebruikt en de effectiviteit van de ventilatiesystemen. Dit artikel toont enkele resultaten uit een inventariserend praktijkonderzoek van Saxion/TNO [2] naar kenmerken van ventilatiesystemen en het gebruik van ventilatiesystemen in 17 fitnessruimten (F), 30 fysiogymruimten (M) en 12 yoga/pilatesruimten (Y). Deze uitkomsten vormden input voor adviezen aan beleidsmakers in de sport en overheden [3] en voor verdiepend technisch onderzoek naar ventilatiesystemen [4].





Aanpak op hoofdlijnen

Voor de praktijkinventarisatie werden de 17 fitness-, 30 fysio- en 12 yoga/pilatesruimten bezocht in Oost-Nederland. Er werden op landelijk niveau geen grote verschillen in gebouwtypen en ventilatiesystemen verwacht, maar wel hogere bezettingsgraden en gebruikintensiteiten in West-Nederland, met name in Randstedelijk gebied.

Op basis van een eerder door TNO opgezette technische taxonomie en gebruikersvragenlijst [5] bracht Saxion de toegepaste ventilatiesystemen en het feitelijke gebruik daarvan op locatie in kaart. Dat is gedaan via interviews met therapeuten en instructeurs en via technische opnames van de ventilatiesystemen, posities van (fitness)apparaten, roosters en een bouwkundige opname. Momentane toevoer- en afvoer-ventilatievolumes werden gemeten evenals het verloop van CO₂-concentraties gedurende een week. Die gaven een impressie van de gebruikintensiteit van de ruimte alsmede de ventilatiekwaliteit.

Comfortabel sporten in sfeervolle oude gebouwen

De helft van de yogaruimten dateert van vóór 1985 en is natuurlijk geventileerd, terwijl 50% van de fysio-ruimten na 2000 werd gebouwd en was voorzien van balansventilatie. Vooral veel fitness- en yogastudio's waren in gebouwen gehuisvest die van origine een andere functie en vaak veel lagere bezetting hadden dan bij sportbeoefening, zoals voormalige kantoorpanden, bedrijfshallen, scholen en winkels [6].

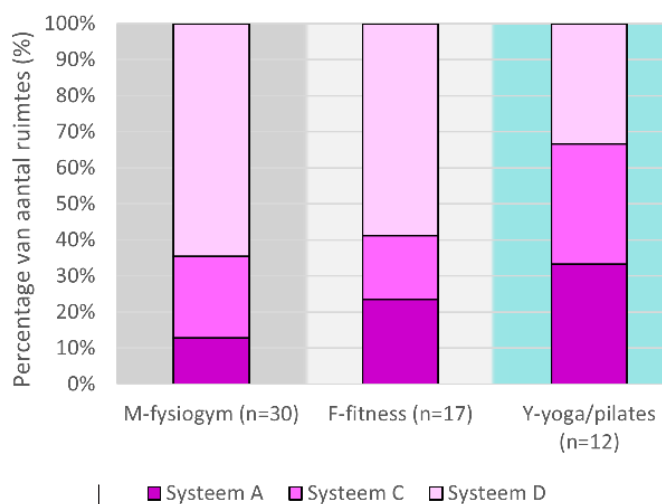
Gebruik van de ventilatiesystemen

Het ministerie van VWS financierde het onderzoeksprogramma Pandemische Paraatheid en Ventilatie (P³Venti) [1] om na te gaan of en hoe ventilatie in sportinstellingen kan helpen om de blootstelling te reduceren en zich daarmee beter voor kan bereiden op een volgende pandemie. TNO was trekker van P³Venti, dat als doel had meer inzicht te verkrijgen over de rol van virusverspreiding via de lucht -aerosole overdracht-. Daarnaast is onderzocht hoe zinvol en noodzakelijk het is om te investeren in goede ventilatie. Het ministerie van VWS definieerde Maatschappelijk Urgente Sportvoorzieningen (MUS), waartoe o.a. fysiogymruimtes, fitnessruimtes en yoga/pilatesruimtes behoren. Vanuit P³Venti werd voor MUS-ruimten een overzicht opgesteld met relevante kenmerken van de aangetroffen ventilatiesystemen, de manier waarop deze worden gebruikt en de effectiviteit van de ventilatiesystemen. Dit artikel toont enkele resultaten uit een inventariserend praktijkonderzoek van Saxion/TNO [2] naar kenmerken van ventilatiesystemen en het gebruik van ventilatiesystemen in 17 fitnessruimten (F), 30 fysiogymruimten (M) en 12 yoga/pilatesruimten (Y). Deze uitkomsten vormden input voor adviezen aan beleidsmakers in de sport en overheden [3] en voor verdiepend technisch onderzoek naar ventilatiesystemen [4].

Ventilatiehoeveelheid en airco

De onderzochte gebouwen waren vaak voorzien van ventilatiesystemen A (natuurlijke toe- en afvoer), C (natuurlijke luchttoevoer en mechanische afzuiging) en D (gebalanceerde ventilatie). Vaak was één van de therapeuten verantwoordelijk voor de technische installaties. Meer dan de helft van de fysiogymruimten (M) had systeem D. In ca. 60% van de fitnessruimten (F) was systeem D geïnstalleerd. Ongeveer 2/3 van de yoga/pilatesruimten (Y) had natuurlijke toevoer en slechts 1/3 balansventilatie. In ongeveer de helft van de ruimten was een airco aanwezig (figuur 1). Bij systeem D waren er vaak meerdere toe- en afvoerpunten in het plafond -meestal op een rij naast elkaar- met vaak meer toevoer- dan afvoerpunten. Bij de systemen D is diverse keren forse disbalans tussen toe- en afvoer vastgesteld, leidend tot over- of onderdruk. De mechanische ventilatie was bijna altijd handbediend met de schakelknop in de ruimte. Incidenteel werd een automatische regeling op basis van CO₂-concentraties aangetroffen. Bijna alle ruimten waren voorzien van te openen ramen voor spuiventilatie, hoewel die niet overal actief werden gebruikt, bijvoorbeeld als ze hoog in de gevel moeilijk bedienbaar waren. In 87% van de fysiogymruimten konden ramen open. Bij de reguliere fitness was dat in 83% van de ruimten en bij de yoga-pilates was dat in 97% van de ruimten.

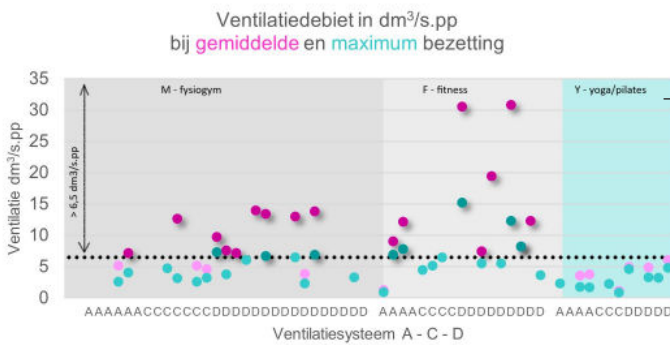
Verdeling ventilatiesystemen per MUS-sportcategorie



Figuur 1: Aanwezige ventilatiesystemen per categorie, uitgedrukt in percentages per vertrek/gebouwcategorie.

Ventilatiehoeveelheden

Een belangrijk vraagstuk vormde de aanwezige ventilatiecapaciteit per persoon in de M/F/Y-ruimten. Relevant daarbij was het onderscheid tussen de aanwezige ventilatiecapaciteit in relatie tot de bouwregelgeving en de benodigde ventilatiecapaciteit per persoon in geval van een pandemie. Met een balometer werden luchttoe- en luchtafvoerhoeveelheden gemeten. Niet altijd waren balometingen mogelijk, bijvoorbeeld door slechte bereikbaarheid van roosters of hoge ruimten. Daar werd de ventilatiehoeveelheid in verlaten ruimten ingeschat op basis van het CO₂-concentratieverloop [7] met de CO₂-decaymethode [8]. In de ruimten werden de CO₂-concentraties (5-minuutinterval) een weeklang gemonitord, wat tevens een indicatie gaf van het ruimtegebruik. Het ventilatiedebiet per persoon werd bij benadering ingeschat op basis van door de organisatie gerapporteerde (gemiddelde en maximum) sportersaantallen in de ruimte en de ventilatiedebieten. Die waarde van het ventilatiedebiet per persoon werd vergeleken met de wettelijke minimumcapaciteitseis voor ventilatie van nieuwe sportgebouwen -6,5 dm³/s per persoon-. De vraag of er vanuit pandemisch oogpunt voldoende werd geventileerd, kon niet worden beantwoord, omdat er voor die situatie geen specifieke normen of richtlijnen voor ventilatie in sportgebouwen bestaan.



Figuur 2: Gemeten ventilatiedebiet in $\text{dm}^3/\text{s}\cdot\text{pp}$, ontleend aan balo-metingen en CO_2 -decay methode in medische fitness (M), reguliere fitness (F) en yoga/pilates (Y) ruimten. Bezetting conform opgave or-ganisaties. Donkere datapunten voldoen aan de BBL-eis (bouwregelge-ving) $>6,5 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{pp}$. Roze: Ventilatie-debiet bij gemiddelde bezetting. Groen: Ventilatie-debiet bij maximum bezetting

Ventilatiehoeveelheid per persoon

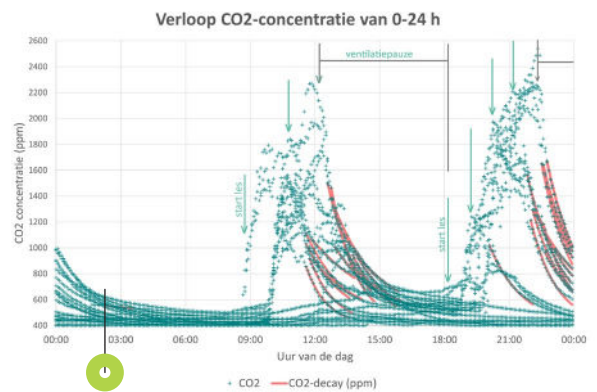
In figuur 2 staan de gemeten dan wel de op basis van CO_2 -decay ingeschatte ventilatiedebieten per sporter (in $\text{dm}^3/\text{s}\cdot\text{pp}$) voor gemiddelde (roze) en maximum (groene) bezoekersaantallen. Het ventilatiedebiet was in fysiogymruimten (M) bij maximumbezetting vaak lager, maar bij gemiddelde bezetting hoger dan $6,5 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{pp}$. Het ventilatiedebiet voldeed aan die grenswaarde in fitnessruimten (F) bij gemiddelde bezetting, maar niet in ca. 40% van de ruimten bij maximumbezetting; het ventilatiedebiet was in geen van de yogaruimten hoger dan $6,5 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{pp}$.

Bij strengere randvoorwaarden, waar meer ventilatie per persoon wordt verlangd, zoals bij de NOC*NSF-ventilatie-richtlijn ($>11,1 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{pp}$), voldoen de onderzochte kleinere (M, F) sportruimten niet bij maximumbezetting.

CO_2 als proxy voor ventilatiekwaliteit

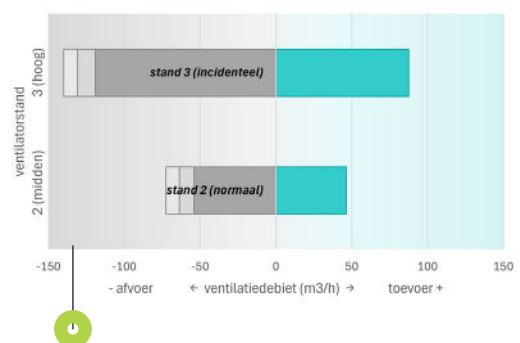
De CO_2 -concentratie is een proxy voor de ventilatiekwaliteit [9], met daarbij als kanttekening dat sporters/dansers vanwege hun hogere metabolisme (5-7,8 Met) meer dan 3x zoveel CO_2 uitademen dan in een zithouding (1,3 Met) [10]. Meer activiteit door intensief sporten leidt dus tot hogere CO_2 -concentraties in de sportruimte, maar ook aanzienlijk meer uitstoot van aerosolen [11]. Voor afvoer van die aerosolen is goede ventilatie belangrijk.

Figuren 3 en 4 tonen een voorbeeld van een yogastudio, voorheen kantooruimte, waar door de combinatie van aaneensluitende programmering van de lessen en te weinig ventilatie de gemiddelde CO_2 -concentratie steeds verder opliep.



Figuur 3: Voorbeeld van een yogastudio voor max. 15 personen (systeem D + te openen ramen) dat laat zien dat beperkt spuien leidt tot forse toename van de CO_2 -concentratie na 3 lessen (van 400-1300-2000-2300 ppm). Een ventilatiepauze van 4 uur tussen ochtend en avondlessen zorgt dat de CO_2 -concentratie van 1800 ppm daalt naar 600 ppm (metingen: eind oktober '24)

Luchttoe- en luchtafvoer mechanische ventilatie balometing yogaruimte (max 15 p) standenschakelaar



Figuur 4: Balometingen in dezelfde yogastudio als figuur 3 (voormalige kantooruimte) tonen een laag mechanisch ventilatiedebiet aan in de voormalige kantooruimte waarin nu met max. 15 personen yoga wordt beoefend. Stand 3 van het decentrale ventilatiesysteem wordt incidenteel ingeschakeld vanwege geluidproductie van het ventilatiesysteem. De twee centraal geregelde afzuigpunten in het plafond (lichtgrijs) hebben een beperkte bijdrage (ca. $20 \text{ m}^3/\text{h}$).

Er waren alleen in de ochtend- en avondlessen groepslessen voor maximaal 15 personen. Tijdens, maar ook tussen de lessen door werd de ruimte kortstondig doorspoeld met verse lucht (spuien) via draaikiepramen, als dit geen tochtklachten opleverde. Natuurlijke ventilatieroosters waren niet aanwezig. Het mechanische ventilatiesysteem, een combinatie van elders in het gebouw geregelde centrale afzuiging en additionele decentrale toe/afvoer, schoot hier ruimschoots tekort. Bovendien werd hier tijdens de yogalessen bijna nooit

op de maximumstand (140 m³/h) geventileerd maar een stand lager (73 m³/h) vanwege het achtergrondgeluidniveau van het ventilatiesysteem. Hier, maar ook in meerdere andere situaties met groepslessen gaven yoga- en fitnessinstructeurs aan dat ze steun hadden gehad aan de CO₂-monitor die in het kader van het onderzoek in de ruimte was geplaatst. Die gaf hun houvast voor de wenselijkheid van (spui)ventilatie. De (rode) indicator op het display was voor hen vaak een teken om een extra raam of deur open te zetten. Maar bij klachten van cliënten over de koude lucht van buiten, werd het raam gesloten.

Uit het onderzoek werden diverse risico's voor en zwakke punten in de effectiviteit van ventilatiesystemen geïdentificeerd:

- **Ventilatie debiet schiet vaak tekort.** Veel MUS-voorzieningen zijn gehuisvest in oudere gebouwen die oorspronkelijk andere functies hadden en waarbij de ventilatie niet is aangepast op de MUS-functie. Illustratief in de oude yoga-gebouwen is dat er meestal minder dan 6,5 dm³/s·pp aan verse luchttoevoer is via de natuurlijke ventilatie. Bij hoge, oude gebouwen zoals bedrijfshallen zorgt slechte luchtdichtheid (onbedoeld) voor een wezenlijke bijdrage aan de luchtverversing.
- **Gebruiksintensiteit.** Slechts een deel van de geïnventariseerde ruimten in oost-Nederland voldoet aan de minimum ventilatie-eisen in de bouwregelgeving in termen van ventilatiehoeveelheid per persoon. Het Mulier Instituut verwacht hogere gebruikersaantallen in Randstedelijk gebied dan in oost-Nederland. Daar zullen mogelijk nog minder ruimten voldoen aan de BBL-eis dan in oost-Nederland waar het onderzoek werd uitgevoerd.
- **Ventilatie-efficiëntie.** Als er weinig toe- en afvoerpunten zijn (vaak in oudere gebouwen), in combinatie met diepe ruimten of L-vormige en hoge (fitness) ruimten bestaat het risico dat de ruimte slecht wordt doorspoeld met verse lucht.
- **Spuiventilatie.** Er zijn niet overal te openen ramen voor extra (spui)ventilatie. In ca. 15% van de fysio-gym resp. reguliere fitnessruimten zijn er geen ramen of zijn ze moeilijk te openen.
- **Doorspoelmogelijkheid.** Uit CO₂-metingen blijkt dat de pauze tussen de lessen vaak te kort is om de ruimte goed te kunnen doorspoelen.
- **Regeling.** Soms was de ventilatie op afstand instelbaar via een digitaal display. Therapeuten en instructeurs verkeerden vaak in het ongewis of zij de ventilatie goed hadden ingesteld voor voldoende luchttoevoer.
- **Handmatige uitschakeling** van systemen (zonder CO₂-regeling) na werktijd kan ertoe leiden dat nachtventilatie achterwege blijft na het sporten en de ruimte ook 's-nachts onvoldoende wordt doorspoeld.
- **Comfort gaat vaak ten koste van ventilatie.** Ramen en ventilatieroosters in ramen worden nogal eens dichtgezet vanwege tocht (vooral bij meditatieve yoga). Ook in yoga/Pilates liggen de sporters soms matje aan matje en wordt de ruimte nabij het raam vermeden vanwege tocht.
- **Maskering door luchtcirculatie.** Bij gebruik van plafondventilatoren voor luchtcirculatie en airco's voor koeling bestaat het gevaar dat ramen worden gesloten en onvoldoende ventilatie niet wordt opgemerkt.
- **Geluidsoverlast door ventilatie.** Bij mechanische ventilatiesystemen is er op hogere ventilatiestanden regelmatig een geluidsprobleem, waardoor die stand niet wordt gebruikt. Ook buitengeluiden kunnen ertoe leiden dat ramen worden gesloten. Dat kan bijvoorbeeld bij meditatieve vormen van yoga aan de orde zijn, wat een risico op te weinig ventilatie oplevert. Andersom kan bij fitness of actieve yoga/Pilates vormen harde muziek worden gedraaid die geluidsoverlast naar de omgeving kan veroorzaken. Dat kan ook een reden zijn om ramen en deuren te sluiten.
- **Afstand tussen gebruikers en luchtstroming.** Sporttoestellen voor intensief sportende gebruikers staan vaak op een rij op relatief korte afstand. Daarbij komen bij intensief sporten veel aerosolen vrij en is de ademhaling diep.



Foto 1. Controlemeting van luchthoeveelheden uit roosters.

Foto 2. CO₂-metingen geven beeld van gebruik van de ruimte en ventilatiekwaliteit.

Foto 3. Minder snelle opbouw virusconcentraties in hogere ruimtes met meer volume en bij hogere ventilatiegebieten..



Foto 4. Goede bedienbaarheid van te openen ramen hoog in de gevel vraagt aandacht.

Foto 5. Airco aan kan reden zijn om ramen te sluiten.

Foto 6. In de meeste sportruimtes wordt ventilatie handmatig via knoppen bediend.

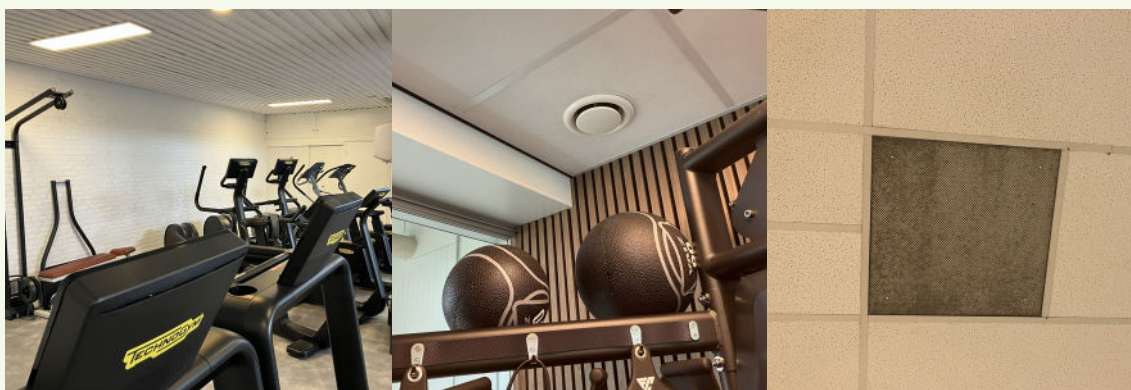


Foto 7. Intensief sporten op toestellen dicht naast elkaar in hoeken of nissen met weinig ventilatie levert risico's.

Foto 8. Directe afvoer boven plekken met intensieve (kracht)training wordt nog weinig aangetroffen.

Foto 9. Vervuilde ventilatieroosters reduceren ventilatiedebit.

Aanbevelingen pandemische paraatheid

Op basis van het onderzoek binnen P3Venti zijn de volgende aanbevelingen geformuleerd met betrekking tot pandemische paraatheid:

Gebruiker. Ten eerste: Instructie aan gebruikers (therapeuten, docenten en sportinstructeurs) hoe de ventilatievoorzieningen correct te gebruiken. Daartoe behoort o.a. het niet afplakken van roosters, en niet sluiten van ramen als airco's worden ingeschakeld. Ten tweede: Als deze gebruikers al begrijpen hoe ze het ventilatiesysteem moeten gebruiken en op welke stand het ventilatiesysteem moet worden ingesteld, hebben ze geen idee of de beoogde luchtkwaliteit wordt gehaald. Geadviseerd is een handvat aan te reiken voor monitoring van de luchtkwaliteit, zoals een CO₂-sensor. In scholen is deze inmiddels verplicht. Ten derde: Zorg dat sporters die intensief trainen op voldoende afstand van elkaar zijn geplaatst, waarbij dan ook rekening wordt gehouden met luchtverplaatsingen in de ruimte.

Knelpuntinventarisatie ventilatiesysteem. Verplichte periodieke keuring van het ventilatiesysteem, om potentiële knelpunten van het ventilatiesysteem en het gebruik daarvan te inventariseren en te waarborgen dat de ventilatie functioneert zoals die bedoeld is.

Techniek. Ten eerste: Ontwikkeling van tochtvrije en geluidarme ventilatievoorzieningen voor de vereiste basisventilatie. Ten tweede: Zorg tevens voor spui ventilatievoorzieningen zoals (draaikiep) ramen voor een snelle doorspoeling van een lege ruimte ("ventilatieboost"), bijvoorbeeld om tussen twee lessen door snel een ruimte te kunnen doorluchten. Ten derde: Zorg ook voor nachtelijke ventilatie -bijvoorbeeld met inbraakvrije ventilatievoorzieningen- die ventilatie, ook buiten gebruikstijd, mogelijk maken.

Ventilatierichtlijn ontwikkelen met handelingsperspectief, gebaseerd op monitoring luchtkwaliteit. Eerst moet het bestaande probleem van voldoende ventilatie worden opgelost. Vervolgens is de ontwikkeling van een sport-intensiteitsafhankelijke ventilatie richtlijn relevant, waarbij een relatie wordt vastgesteld met de resulterende CO₂-concentratie om de ventilatiekwaliteit te kunnen monitoren.



Figuur 5: Advieskaart P3Venti

Aanbevelingen pandemische paraatheid

Het (blijven) agenderen van pandemische paraatheid en crisismangement is ook voor sportaanbieders relevant. Voorkomen moet worden dat sportbestuurders volkomen verrast worden door een volgende pandemie waarop zij dan (mogelijk) niet goed zijn voorbereid. Het is daarom raadzaam dat sportaanbieders daarover nu al nadenken. De overheid en brancheorganisaties kunnen hen daartoe stimuleren. De advieskaarten (figuur 5) [12] evenals het WIR-model ontwikkeld in het kader van P3Venti [13] kunnen daarbij ondersteunen.

In coronatijd adviseerde de brancheorganisatie NOC*NSF al goed te ventileren als belangrijke maatregel om de kans op corona (verspreiding via infectieuze aerosolen) te verlagen, door (klep) ramen en gevelroosters open te zetten, een CO₂-meter in de ruimte te gebruiken als indicator voor de ventilatiehoeveelheid, en bij mechanische ventilatie te zorgen voor goed onderhoud en de juiste afstelling (bron). Deze adviezen sluiten naadloos aan bij het opgestelde handelingsperspectief van P3Venti onderzoek [14].

Dit onderzoek is uitgevoerd binnen het Programma Pandemisch Paraat en Ventilatie (P3Venti) met financiering van het Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport, en gecoördineerd door TNO.

Referenties

1. www.p3venti.nl
2. Weersink A.M.S., Struck C., Meester R., Koene F.G.H., Technische en gebruiksinventarisatie ventilatiesystemen in bestaande maatschappelijk urgente sportgebouwen op basis van een taxonomie en vragenlijst, Saxion Lectoraat Sustainable Building Technology, 31 juli 2025
3. Kwaasteniet R.de, Rappange D., Wezenberg-Hoenderkamp K., Advieskaart Pandemische Paraatheid 2025 - Handelingsperspectief Maatschappelijk Urgente Sportvoorzieningen, Mulier Instituut, 17 juli 2025
4. Loomans M., Hooff T.van, P3Venti Handelingsperspectief systeemconfiguratie, TU/e rapportnummer BE2025-2055381, 11 sept 2025 (pp.60)
5. Weersink A.M.S., Koene, F.G.H., Struck C., Ventilatie in zorggebouwen pandemisch paraat?, TVVlmagazine nr 01 februari 2026, p26-31
6. Rozen, T. van, Wichink Kruit N., Scholte-Lubberink B, Kate B. van, Sportgebouwen pandemisch paraat - inventarisatie van ventilatiesystemen en het gebruik ervan in acht sportgebouwen in het kader van P3Venti, Saxion, 25 jan 2025
7. Weersink A.M.S., Koene F.G.H, Struck C., Nadirian A., Lahdo E., Ender A., Chamoun D., CO₂-metingen bruikbaar alternatief voor luchtdebietmetingen? NVBV Bouwfysica (3) 2025, p7-13
8. Clinchard S., Haverinen-Shaughnessy U., Shaughnessy R., Assessing ventilation performance in schools using continuous CO₂ monitoring: Insights from renovation projects, Building and Environment, Vol. 269, 2025, 112406, ISSN 0360-1323
9. Gids, W.F., Ventilatie van ruimten ten behoeve van personen. Achtergronden van de eisen, 2011, RVO-168-1501/RP-DUZA / TNO-rapport 060-DTM-2011-00610
10. Persily A, de Jonge L., 2017, Carbon dioxide generation rates for building occupants, Indoor Air. 27(5), 868-879
11. Mutsch B., Heiber M., Grätz F., Hain R., Schönfelder M., Kaps S., Schraner D., Kähler C.J., Wackerhage H., Aerosol particle emission increases exponentially above moderate exercise intensity resulting in superemission during maximal exercise, Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 119 (22) (2022)
12. Rappange, D., Wezenberg-Hoenderkamp, K. & Steenbergen, J. (2025). Impact domeinen en indicatoren maatschappelijk urgente sportvoorzieningen 2025
13. Termeusen A, Mohammadi M., Guerra-Santin O., Berner J., Schadenberg B., Hinkema M., Programmalijn 1 – Waarde, Interactie en Risico (WIR) model- Projectnummer 060.51323, P3Venti, 24 juli 2025
14. Kompatscher K., Lange A. de, Handelingsperspectief Gebruik 2025 Programmalijn III

Relevante kenmerken t.a.v. het gebruik

In het kader van pandemische paraatheid werden voor M/F/Y-ruimten als relevante kenmerken t.a.v. het gebruik aangemerkt:

- *Aard van de activiteiten.* Er wordt vaak intensief getraind, behalve bij meditatieve yogavormen.
- *Aantal mensen* die tegelijkertijd de activiteiten uitoefenen gedurende de dag/week. Groepslessen zijn vaak voor 10-15 mensen.
- *Wanneer de sportactiviteiten worden uitgevoerd gedurende de dag/week.* Activiteiten zijn vooral in de ochtend en avond bij yoga en fitness. Bij fysiogym is het gebruik verspreid over de dag.
- *Hoe intensief en hoe lang wordt geventileerd tussen verschillende activiteiten.* Lessen worden vaak strak achter elkaar gepland waardoor spui ventilatie tussendoor beperkt mogelijk is.
- *Ervaren thermisch comfort* (te warm, te koud, ervaren tocht) door cliënt en personeel, als reden om ventilatievoorzieningen, zoals te openen ramen, wel of niet te gebruiken en/of een airco in te zetten voor extra koeling. Bij ventilatiesystemen met natuurlijke luchttoevoer kunnen tocht en/of kou een reden zijn om ramen te sluiten, met name in de winter.
- *Geluidsoverlast.* Een hoog achtergrondgeluidniveau, zoals lawaai van het ventilatiesysteem of geluid van buiten als reden bij meditatieve yoga om niet maximaal te ventileren. Een hoog geluidniveau binnen (dansen op harde muziek) als reden om ramen niet te openen tijdens fitnesslessen vanwege geluidsoverlast naar de omgeving.