

DO Bouwfysica & akoestiek

Stadsboerderij Rembrandtpark Amsterdam

K_Dekker Bouw & Infra tbv Gemeente Amsterdam

9 juli 2024 - Internal

Contactpersoon

MICK HENDRIX

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 1632
6201 BP Maastricht
Nederland

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Uitgangspunten	5
3	Temperatuur & binnenklimaat	6
3.1	Thermische isolatie	6
3.2	Operatieve temperatuur winter en zomer	8
3.3	Lokaal thermisch discomfort	8
3.4	Gezonde gebouwen en mechanische ventilatie	9
3.5	Spuiventilatie	9
3.6	Ventilatie tuinkas Schoolwerktuinen	9
4	Licht & zicht	10
4.1	Daglicht	10
4.2	Helderheidswering	12
5	Geluid & akoestiek	13
5.1	Geluidbelasting	13
5.2	Geluidwering	13
5.3	Installatiegeluid	14
5.4	Ruimteakoestiek	14
5.5	Luchtgeluidisolatie	15
5.6	Contactgeluidisolatie	15
6	Kwaliteitsborging Frisse Scholen	16
7	Conclusie	17
	Colofon	19

1 Inleiding

Dit memo omvat de bouwfysische analyse voor het Definitief Ontwerp van nieuwbouwproject Stadsboerderij Rembrandtpark Amsterdam.

Het project bestaat uit twee separate gebouwen gelegen aan de noordzijde van het Rembrandtpark. De kinderboerderij van twee bouwlagen heeft een stalling voor dieren, opslag, een keuken op begane grond, en enkele kantoorruimten op de verdieping. De schoolwerktuinen is een gebouw van twee bouwlagen met twee onderwijslokalen, kantoorruimten en opslag.

In deze rapportage wordt aandacht geschonken aan wettelijke eisen, en het programma van eisen Frisse Scholen 2021. Thema's die aan bod komen zijn:

- Thermische isolatie
- Temperatuur & binnenklimaat
- Licht en zicht
- Geluid & akoestiek

2 Uitgangspunten

Onderhavig ontwerp is gebaseerd op en in overeenstemming met de volgende ontwerpstukken en uitgangspunten:

- Bouwkundig ontwerp KB: DASB-AR--DRW--DO-2000
 DASB-AR--DRW--DO-4000
- Bouwkundig ontwerp SWT: DASB-AR--DRW--DO-2001
- Constructief ontwerp: Constructief ontwerp Stadsboerderij Rembrandtpark - DO
- Installatieontwerp: DASB-ARC-ZXX-ZZ-REP-MEP-DO-0001-Werkomschrijving DO installaties
 DASB-ARC-Z00-ZZ-SCH-MEP-DO-1000-Ruimtestaat met techn specificaties
- Programma van eisen: PvE Frisse scholen 2021

Specifieke eisen voor dit project zijn gevalideerd en toegelicht in document *DASB-SCJ-Ontwerp Verificatie Stadsboerderij Rembrandtpark Amsterdam.xlsx*.

3 Temperatuur & binnenklimaat

3.1 Thermische isolatie

Beide gebouwen worden beschouwd als verwarmde ruimte. Ruimten die niet worden verwarmd zijn de tuinkas in de schoolwerktuinen en dierenverblijven in de kinderboerderij. De minimale bouwbesluit Rc-waardes conform bouwbesluit artikel 5.3 voor de thermische schil zijn als volgt:

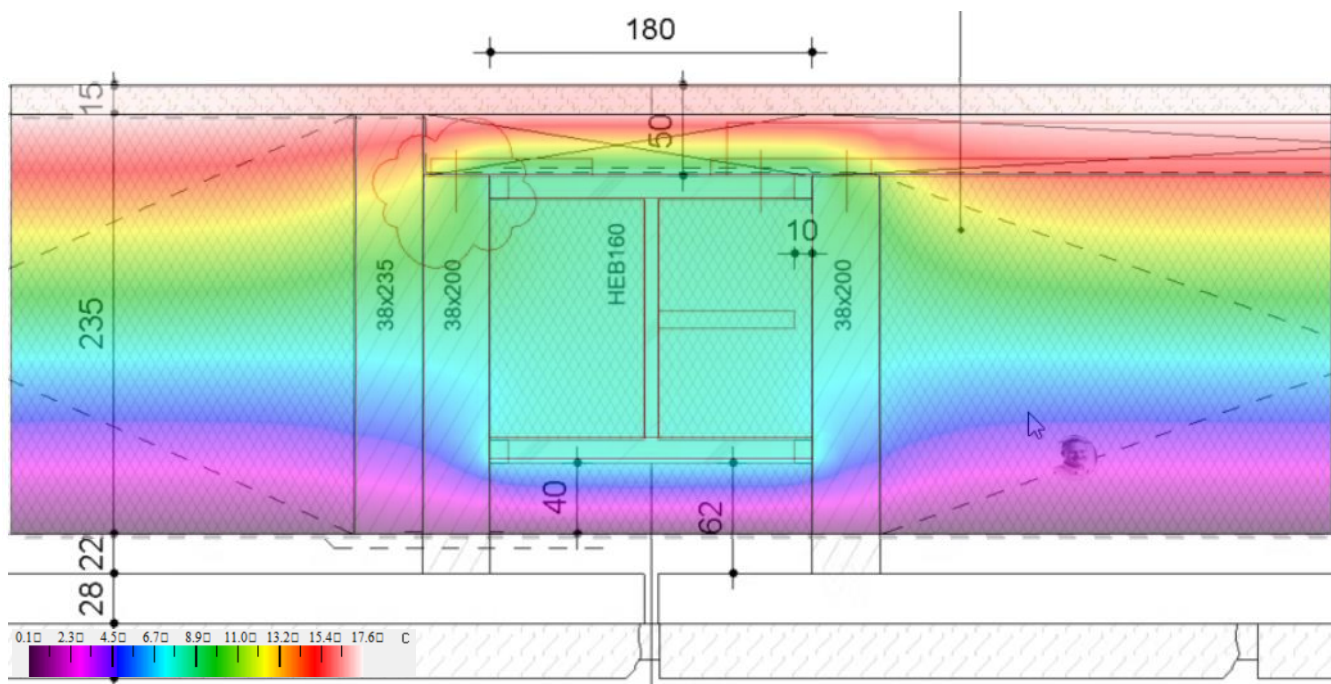
- Gevel Rc-waarde: 4.7 m².K/W
- Dak Rc-waarde: 6.3 m².K/W
- Vloer Rc-waarde: 3.7 m².K/W

De functie kinderboerderij, heeft thermische schil eisen voor de winkel/keuken ruimte, toiletten en MIVA-toiletten, en de bovenverdieping met het deel kantoor en personeelsruimte. Hier voor gelden de bovengenoemde Rc-waardes. Voor de rest van het gebouw is de bestemming om deze niet te verwarmen en hier zijn dus ook geen eisen voor. Navolgend is per onderdeel een onderbouwing van de thermische prestatie gegeven.

3.1.1 Gevel schoolwerktuinen en kinderboerderij

De gevel bestaat uit een houtskeletbouw (HSB) opbouw. De HSB wand heeft een diepte van 285 mm en is gevuld met zachte isolatie (zowel glaswol, vlas, houtvezelisolatie of cellulose is geschikt als isolatiemateriaal). De stalen draagstructuur is tussen de HSB wand gepositioneerd. Aan de buitenzijde van de HSB wand wordt een watervaste spaanplaat toegepast in het kader van brandwerendheid. Met de maatvoering van 285 mm HSB i.c.m. een isolatiemateriaal λ 0.36 W/m.K wordt een warmteweerstand van 4.7 m².K/W behaald bij een houtpercentage van 20%.

Lokaal zijn stalen kolommen geïntegreerd in de wand die de isolatie onderbreken. Bij het bedekken van de kolom met minimaal 40 mm isolatie (alsmede de ruimte tussen flenzen van het staalprofiel) heeft dit geen nadelige gevolgen voor de oppervlaktetemperatuur van de wand. Daarmee is er geen risico op condensvorming.



Figuur 1: temperatuurverloop wandopbouw ter hoogte van staalkolom (studie bij 235 mm HSB element, huidig 285 mm)

3.1.2 Gevelopeningen schoolwerktuinen en kinderboerderij

Voor de ramen, deuren en puiken in de ruimtes die worden verwarmd ten behoeve van personen geldt dat de maximale U-waarde voor de combinatie van kozijnen en glas $1.3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ is. Dit is haalbaar met een thermisch onderbroken aluminium, houten of pvc kozijn met HR++ dubbel glas.

3.1.3 Schuine daken

Het schuine dak van de verwarmde ruimten op de 1^e verdieping van de kinderboerderij en schoolwerktuinen wordt geïsoleerd middels een geïsoleerd dakelement boven op de gordingen. Uitgangspunt is een biobased isolatiewol. Ruimtebeslag voor de dakelementen bedraagt circa 260 mm.

3.1.4 Vloer schoolwerktuinen

De vloer voor het SWT gebouw is een kanaalplaatvloer van 200 mm. Uitgangspunt is een prefab geïsoleerde kanaalplaatvloer met 132 mm isolatie aan de onderzijde.

3.1.5 Vloer kinderboerderij

3.1.5.1 Vloer begane grond

De vloer van de kinderboerderij bestaat uit een 250 mm in het werk gestorte betonvloer. Deze wordt aan de onderzijde voorzien van isolatie ter hoogte van de winkelruimte (verwarmde ruimte). Een isolatiedikte van 150 mm watervaste schuimisolatie zoals EPS is hier toepasbaar.

De aansluiting op de fundering cq. vorstrand dient tevens tot minimaal 600 mm beneden maaiveld te worden geïsoleerd middels een kantplank of prefab EPS funderingsbekisting. De winkel grenst verder aan onverwarmde ruimten (gang en isolatie ruimte).

3.1.5.2 Verdiepingsvloeren

In de kinderboerderij grenst een deel van de 1^e verdieping aan onverwarmde ruimten op de begane grond. Hier is een isolatiepakket noodzakelijk van $4.7 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$ (interne scheiding verwarmd-onverwarmde ruimte). Deze vloervelden bestaan uit houten balklagen van 196 mm hoog. Door de ruimte tussen de balken te vullen met een flexibel isolatiemateriaal zoals houtvezelisolatie, vlaswol of glaswol wordt de benodigde Rc waarde behaald.

3.2 Operatieve temperatuur winter en zomer

Relevante eis: Frisse Scholen klasse B.

- De operatieve temperatuur ligt in het stookseizoen tussen 19 en 24°C.
- De eisen t.a.v. de operatieve temperatuur in de zomer zijn afhankelijk van de aanwezigheid van actieve koeling in het gebouw. Bij zichtbare actieve koeling ligt de operatieve temperatuur tussen 23 en 26°C.

Het verwarmingssysteem is gedimensioneerd op basis van de temperatuurcriteria conform frisse scholen (zie document: DASB-ARC-Z00-ZZ-SCH-MEP-DO-1000-Ruimtestaat met techn specificaties).

Er is actieve koeling aanwezig. De 2 multi-split units zijn met een vermogen van 3.8 kW per stuk zijn in staat om aan deze eis te voldoen.

3.3 Lokaal thermisch discomfort

Relevante eis: Frisse Scholen klasse C.

De luchtsnelheden in de leefzone (het deel van het leslokaal waar leerlingen en docenten verblijven) zijn 's zomers niet hoger dan 0,23 m/s.

- De luchtsnelheden in de leefzone zijn 's winters niet hoger dan 0,19 m/s.
- De vloertemperatuur ligt tussen 17 en 29°C.
- De verticale temperatuurgradiënt (verschil tussen de luchttemperatuur op enkel- en hoofdhoogte) is <4 K/m.
- De stralingstemperatuurasymmetrie (verschil in temperatuur van tegenoverliggende vlakken) is:
 - bij een warm plafond <7°C;
 - bij een koude wand <13°C;
 - bij een koud plafond <18°C;
 - bij een warme wand <35°C.

Er is gekozen voor een versoberd installatieconcept met HR-WTW-boxen ten behoeve van ventilatie en voor verwarming/koeling dmv lokale split-units. Hiermee worden lage bouwkosten, lage exploitatiekosten en snelle reactietijd van het klimaatsysteem behaald.

Op gebied van ruimteventilatie (altijd in werking bij bezette ruimten) zal met een passende roosterselectie aan de gewenste luchtsnelheden worden voldaan. Uitgegaan wordt van 4 wervelroosters van elk 250 m³/h. Met een centrale projectie van de roosters zijn de snelheden van 0.07 m/s aanwezig (ter hoogte van het midden van lokalen) en 0.11 m/s bij de wanden. Hiermee wordt ruimschoots voldaan aan klasse C.

Het basale werkingsprincipe van de split-units voor verwarming en koeling is gebaseerd op luchtverplaatsing, waardoor de lokaal thermisch discomfort eisen voor horizontale luchtsnelheden in de leefzone van PvE Frisse Scholen mogelijk niet gedurende het hele jaar gewaarborgd kunnen worden. Voornamelijk bij een hoge verwarmings- of koelvraag zal veel lucht worden gerecirculeerd en als gevolg hogere luchtsnelheden optreden.

De binnenunits zijn aan binnenwanden nabij de loopgebieden geplaatst, om directe hinder en luchtstroming rondom zitplaatsen te voorkomen. Deze systemen zijn geheel door de gebruiker te bedienen, waarmee controle op het binnenmilieu gehandhaafd blijft.

3.4 Gezonde gebouwen en mechanische ventilatie

Relevante eis: Frisse Scholen klasse B (30,6 m³/uur per persoon).

Het bouwbesluit vereist minimaal een ventilatiedebiet van 8,5 dm³/s per persoon in onderwijsruimten. Dit komt overeen met het vereiste niveau Frisse Scholen klasse B, zijnde 30,6 m³/uur per aanwezige persoon. Deze grenswaarde is gebaseerd op een maximaal CO₂ niveau in de ruimte van circa 950 ppm.

De minimum-eisen voor kantoren komen overeen met 6,5 dm³/s.pp waarmee een aanmerkelijk hogere CO₂ concentratie in de ruimte van 1200 ppm mogelijk is. Dit kan tot een ongezonde werkomgeving leiden. Om deze reden wordt in alle verblijfsruimten hetzelfde debiet van 30,6 m³/uur per persoon gehanteerd. Zie voor een overzicht van alle ventilatie-eisen per ruimte ook document *DASB-ARC-Z00-ZZ-SCH-MEP-DO-1000-Ruimtestaat met techn specificaties*.

3.5 Spuiventilatie

Relevante eis: Frisse Scholen klasse B.

De capaciteit van de spuiventilatievoorzieningen is minimaal 6 dm³/s per m² vloeroppervlak. Leslokalen hebben ten minste 4 te openen ramen. Van het oppervlak van de te openen delen is minimaal 30% aanwezig boven in het raamvlak (> 1,8 m) en minimaal 30% onderin het raamoppervlak (<1,8 m). Spuiventilatievoorzieningen (te openen ramen) zijn licht bedienbaar staand vanaf de vloer en hebben meerdere fixeerstand (incl. kierstand) of zijn traploos instelbaar. De spuiventilatievoorzieningen zijn tegelijkertijd met de buitenzonwering te gebruiken. De luchtstroom wordt niet door bijv. screens belemmert.

De leslokalen beschikken ieder over 2 te openen ramen en een dubbele deur. Het minimaal te openen oppervlak bedraagt 1.4 m² voor de leslokalen uitgaande van volledig te openen delen (lees 90°) per gevel. Het te openen oppervlak bedraagt minimaal 2.5 m² in het DO per gevel.

Voor frisse scholen dient minimaal 30% van dit oppervlak boven de 1.8 m aanwezig te zijn. Daarnaast dient ook 30% van dit oppervlak onder de 1.8 m te zijn. Circa 1/3^e van het raamoppervlak ligt boven 1.8 m waarmee invulling wordt gegeven aan deze eis.

3.6 Ventilatie tuinkas Schoolwerktuinen

De tuinkas in het Schoolwerktuinengebouw is geen formele verblijfsruimte en is onverwarmd (m.u.v. vorstbeveiliging). Deze wordt met enkel (veiligheids)glas opgebouwd. Op basis van het glasoppervlak zal toepassing van dubbelglas leiden tot structurele oververhitting in de ruimte, omdat isolatieglas zonne-warmte zal toelaten en vervolgens binnenhoudt.

Bij toepassing van niet isolerend glas zullen in de zomer ook hogere temperaturen aanwezig zijn. Daarom wordt de ruimte gezien buiten de formele thermische schil, waarbij tussen de verblijfsruimten en de tuinkas een thermisch isolerende wand aanwezig is. Om de binnentemperatuur te beheersen worden 12 dakopeningen opgenomen in het ontwerp (6 te openen glasplaten per dakvlak) van in totaal 8 m². Daarmee kan warme lucht ontsnappen. Deze openingen kunnen worden gestuurd op basis van een thermisch expanderende veer, dit wordt veelvuldig toegepast in tuinkassen.

Wanneer de dakluiken geopend zijn om warme lucht af te voeren, dient ook een ventilatieopening van 8 m² te worden voorzien waar koel(ere) lucht wordt aangevoerd. Uitgangspunt is dat de toegangsdeur in de zuidwest gevel van de kas hiervoor dient, aangevuld met te openen ramen van 4 m² in de noordwest gevel van de kas. Er wordt sterk aanbevolen deze ramen samen met de dakopeningen te sturen op basis van de kastemperatuur. Deze ramen kunnen bijvoorbeeld als lamellenraam¹ of uitvalraam worden uitgevoerd.

¹ <https://www.hahn-lamellenfenster.de/lamellenfenster/einfachverglast>

4 Licht & zicht

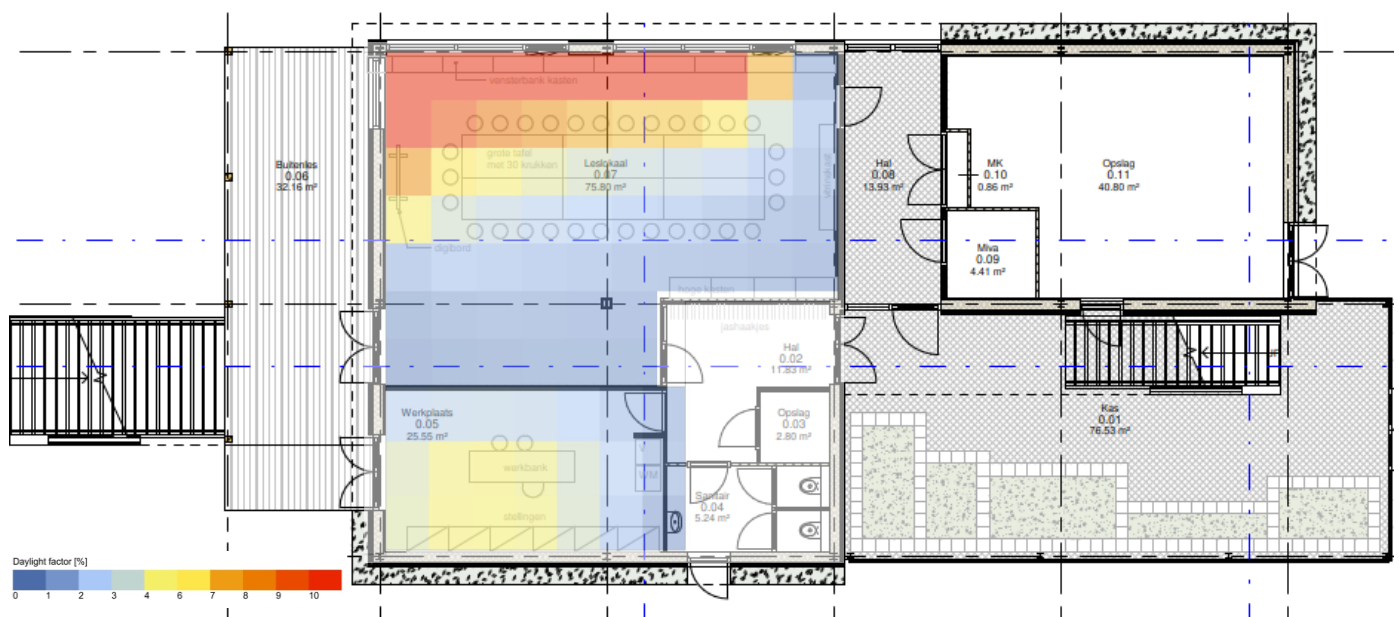
4.1 Daglicht

4.1.1 Bovenwettelijke eisen

Er worden wettelijke eisen gesteld aan onderwijsruimten en kantoorruimten. Er gelden geen wettelijke eisen aan winkels, bijeenkomstruimten of opslagruimten. Wettelijke eisen worden geformuleerd conform NEN 2057, tevens zijn bovenwettelijke eisen van toepassing in het kader van Frisse Scholen waarbij de zogenaamde daglichtfactor (minimaal 3%) wordt bepaald. Wettelijke eisen komen gemiddeld overeen met een daglichtfactor van 0.8 tot 1.2%. De eisen conform Frisse Scholen is dus leidend.

- **Relevante eis: Frisse Scholen klasse B (schoolwerkruingebouw) en C (kinderboerderij):** De daglichtfactor op het werkvlak in de leslokalen is gemiddeld over de ruimte minimaal 3%.

De daglichttoetreding voor de leslokalen is onderzocht middels een computersimulatie gebaseerd op het gevalideerde programma Radiance, gebruik makend van 3D programma Rhino in combinatie met plugins Grasshopper en Honeybee. De daglichttoetreding is onderzocht voor de meest kritieke ruimtes (begane grond door overstek en kleiner raamoppervlak) van de Schoolwerktuinen. De gemiddelde DF is voor het leslokaal 4.7% en voor de werkplaats 3.1%. Hiermee wordt voldaan aan klasse C van Frisse Scholen 2015. De resultaten van de daglichtsimulatie is navolgend weergegeven.



Figuur 2: visualisatie daglichttoetreding begane grond Schoolwerktuinen

Aanvullend kan op basis van deze resultaten worden geconcludeerd dat de 1e verdieping van de Schoolwerktuinen ook voldoende daglicht ontvangen, en de verhouding van beglazing in gevel van de Kinderboerderij ook ruim voldoende daglichttoetreding biedt.

4.1.2 Wettelijke eisen

In het volgende subhoofdstuk wordt de daglichttoetreding van de kantoor- en onderwijs ruimten beoordeeld. Deze beoordeling vindt plaats op basis van eisen gesteld door het Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl), afdeling 4.3.10.

4.1.2.1 Eisen Bbl

Eisen ten aanzien van de daglichttoetreding zijn opgenomen in afdeling 4.3.10. Voor kantoorfuncties eist het Bbl een equivalente daglichtoppervlakte (berekend conform de norm NEN 2057) van:

- 0.5 m² per verblijfsruimte
 - 2.5% van het vloeroppervlak van een verblijfsgebied.
- Er dient aan beide eisen te worden voldaan.

Voor onderwijsfuncties eist het Bbl een equivalente daglichtoppervlakte (berekend conform de norm NEN 2057) van:

- 0.5 m² per verblijfsruimte
 - 5% van het vloeroppervlak van een verblijfsgebied.
- Er dient aan beide eisen te worden voldaan.

Naast de gebruiksfuncties kantoor en onderwijs zijn er in het huidige project ook bijeenkomstfuncties en overige gebruiksfuncties aanwezig, voor deze gebruiksfuncties gelden geen wettelijke daglichteisen, deze worden derhalve buiten beschouwing gelaten.

4.1.2.2 **Rekenmethodiek NEN 2057**

De equivalente daglichtoppervlakte $A_{e,i}$ is afhankelijk van de oppervlakte van de doorlaat $A_{d,i}$ de belemmeringsfactor $C_{b,i}$ en uitwendige reductiefactor $C_{u,i}$.

$$A_{e,i} = A_{d,i} \times C_{b,i} \times C_{u,i}$$

In de Omgevingsregeling wordt onder afdeling 5.2 “nadere regels over de toepassing van normen” voor de norm NEN 2057 aangegeven dat de reductiefactor ten gevolge van de lichttoetredingsfactor (LTA-waarde) van het glas niet van toepassing is. De reële LTA-waarde van de beglazing wordt derhalve in de berekeningen conform NEN 2057 buiten beschouwing gelaten.

In dit ontwerp is geen uitwendige reductie van toepassing. Enkel de belemmeringsfactor ten gevolge van het eigen gebouw.

4.1.2.3 **Rekenresultaten**

In navolgende tabel zijn de resultaten van de daglichtberekeningen weergegeven voor de verschillende ruimten voor de daglicht plichtige gebruiksfuncties. Voor de volledige rekenresultaten wordt kortheidshalve verwezen naar Bijlage A.

Tabel 1: Resultaten daglichtberekeningen Bbl kantoorfuncties van Stadsboerderij Rembrandtpark

Verblijfsgebied	Vloeroppervlak VG in m²	Equivalente daglichtopening in m²		Voldoet?
		Aanwezig	Eis verblijfs- gebied	
Kinderboerderij				
1.01 Kantoor	15,9	4,0	0,4	Ja
Schoolwerktuinen				
0.07 Leslokaal	74,2	8,1	3,7	Ja
1.06 Leslokaal	81,9	7,2	4,1	Ja
1.12 Werkplekken	35,0	4,2	0,9	Ja

Bij de toetsing zijn alleen de gevels berekend welke minimaal benodigd zijn om de daglichteisen te behalen. Dit houdt in dat sommige gevels bij deze toetsing gemakshalve zijn weggelaten, aangezien het equivalente daglichtoppervlak alleen maar groter zal zijn met deze gevels erbij.

4.1.2.4 **Conclusies thema daglicht**

Binnen project Stadsboerderij Rembrandtpark gelden er minimale eisen met betrekking tot daglicht voor kantoren en onderwijs. Alle unieke ruimten zijn beoordeeld en voldoen aan de vereiste daglichtcriteria.

4.2 Helderheidswering

- **Relevante eis: Frisse Scholen klasse B.**

- *Bij aanwezigheid van digitale schoolborden is in de leslokalen (ook aan de noordzijde) helderheidswering aanwezig, waarmee hinderlijk tegenlicht en hinderlijke reflecties worden voorkomen.*
- *De helderheidswering wordt zodanig geselecteerd dat luminantieverhoudingen ('contrasten' in het gezichtsveld) tussen taak (bijv. schrift), directe omgeving (bijv. tafelblad) en periferie (bijv. raam) maximaal 1:10:30 (taak:directe omgeving: periferie) bedragen.*
- *Bij het gebruik van de helderheidswering blijft enig uitzicht naar buiten mogelijk.*

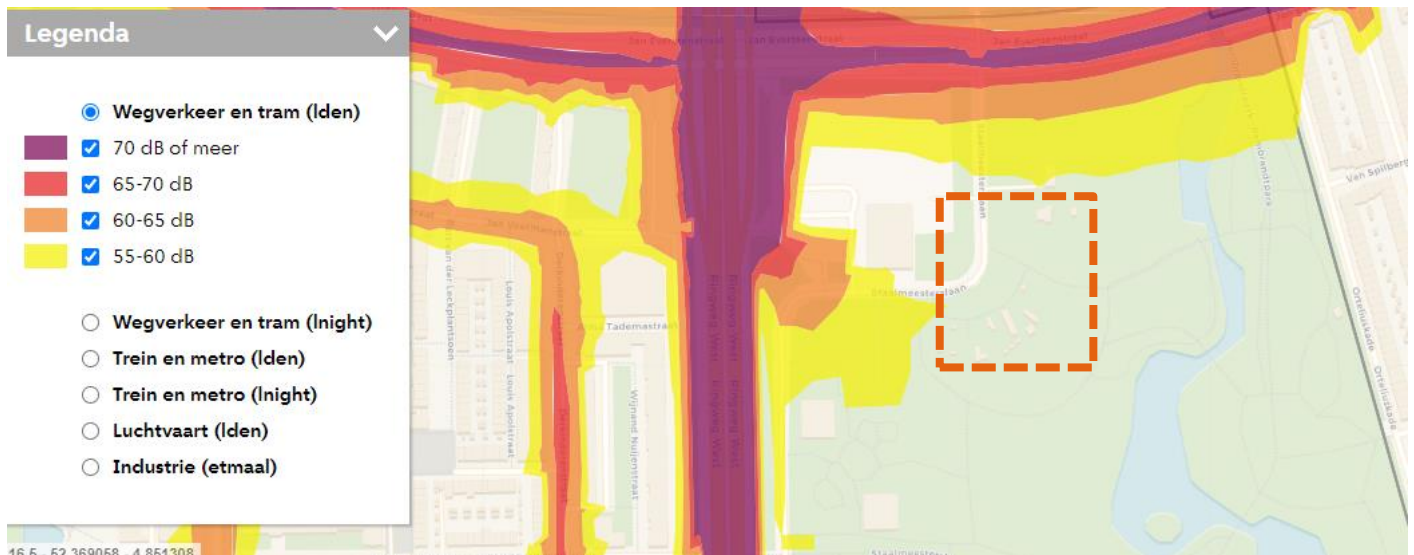
Er zal helderheidswering of binnenzonwering in verblijfsruimten met beeld- of projectieschermen worden voorzien. Met toepassing van screens of gordijnen met lichttransmissie >10% wordt enig doorzicht geborgd en aan het PvE voldaan.

5 Geluid & akoestiek

5.1 Geluidbelasting

Relevante eis: Frisse Scholen klasse B: De geluidwering van de gevel (GA) is gelijk aan het verschil tussen de geluidbelasting op de gevel en 33 dB met een minimum van 20 dB.

Deze eis komt overeen met de wettelijke eis voor een onderwijsfunctie (Bouwbesluit artikel 3.2 en 3.3).



Figuur 3: Geluidsskaart 2018 Amsterdam, aanduiding projectlocatie in oranje

Het project ligt nabij de Staalmeesterslaan in Amsterdam. De geluidbelasting is in detail bepaald in *Akoestisch onderzoek wegverkeerslawaaï Stadsboerderij Rembrandtpark d.d. 16 januari 2024* met kenmerk A6WAKAYMDKPA-750773017-5837:v0.2.

De gecumuleerde geluidbelasting op geluidgevoelige gevels (gevels waar onderwijsruimten aanwezig zijn) bedraagt 43 tot maximaal 53 dB. De geluidbelasting op niet-geluidgevoelige gevels (kantoren, opslag, etc) ligt 1 dB hoger op 54 dB.

Dit is een relatief lage, gunstige geluidbelasting vanwege de afstand tot nabijgelegen geluidbronnen. Dit resulteert in een benodigde geluidwering van circa 22 dB, uitgedrukt als de geluidwering $G_{A,k}$.

5.2 Geluidwering

De geluidwering van de gevel wordt typisch bepaald door eventuele ventilatievoorzieningen (roosters of suskasten) en de beglazing en lichte wanden. Uitgangspunt met betrekking op geluidisolatie voor de schoolwerktuinen is:

- Een houtskeletbouwgevel met binnenbeplating en zachte isolatie. Massa wand minimaal 20 kg/m².
- Standaard HR++ beglazing
- Aansluiting tussen kozijn en wand aan binnenzijde afgedicht met compriband en kitnaad.

De geluidwering is in detail bepaald op basis van bovenstaande constructiedelen. Deze bedraagt met inbegrip van naden en kieren 25 dB waarmee ruim aan de benodigde eis van 22 dB wordt voldaan. Deze prestatie is voor de overige gebruiksfuncties in het project ook een goede kwaliteit waarmee geluidhinder wordt voorkomen.

Geconcludeerd wordt dat er geen speciale voorzieningen nodig zijn om de geluidwering van de gevel te borgen.

5.3 Installatiegeluid

Onderwijsruimten

- **Relevante eis: Frisse Scholen klasse B:** Het geluidniveau in de leslokalen t.g.v. installaties (LI;A) is maximaal 33 dB.

De leslokalen worden voorzien van verse lucht middels HR-WTW plafondunits (type Exhausto VEX300-C2 o.g.). Relevant voor het installatiegeluidniveau is het geluidniveau in het toevoer- en retourkanaal, en de geluidafstraling van de behuizing.

De geluidafstraling van de behuizing bedraagt 57 dB. Dit kan onvoldoende worden gedempt als de unit binnen de leslokalen wordt gemonteerd in het plafond. De ventilatie-unit wordt daarom niet in het leslokaal maar in de naastgelegen verkeersruimte gemonteerd. Tussen leslokaal en gang worden de toe- en afvoer boven het plafond door de bouwkundige scheiding of drukschot gevoerd, een open verbinding tussen de ruimten is niet mogelijk in verband met geluidafstraling van de behuizing.

Het geluidniveau ter hoogte van de uittreden van het toevoer- en retourkanaal wordt aangenomen op circa 75 dB(A), dit geluidniveau dient op basis van de definitieve selectie te worden vastgesteld. Tussen de HR-WTW unit en leslokaal dienen geluiddempers te worden opgenomen in het ontwerp. Uitgangspunt zijn twee geluiddempers van 315 mm met 50 mm geluidabsorptie, lengte 1500 mm, met dempingswaarde 24 dB in de 1000 Hz octaafband. Geschikt hiervoor is bijvoorbeeld Trox CAH of Sonodec 50 TRD.

Kantoor- en bijeenkomstruimten

De overige verblijfsruimten worden geventileerd middels WTW ventilator-units opgesteld in de technische ruimten conform installatietekeningen Arcadis. Voor deze ruimten geldt een geluidniveau t.g.v. installaties (LI;A) van maximaal 35 dB.

Uitgangspunt voor een goede geluidisolatie zijn flexibele geluiddempers ter hoogte van de uittreden van het toevoer- en retourkanaal met een lengte van 1 meter en dempingswaarde van minimaal 25 dB in de 1000 Hz octaafband. Geschikt hiervoor is bijvoorbeeld Sonodec 25 TRD.

5.4 Ruimteakoestiek

Onderwijsruimten

Relevante eis: Frisse Scholen klasse B.

- *De gemiddelde nagalmtijd (T30) in het ingerichte leslokaal bedraagt maximaal 0,6 s.*
- *De in de 125 Hz octaafband gemeten nagalmtijd mag maximaal 30% afwijken van de gemiddelde nagalmtijd*

Voor de leslokalen is een houtwolcement paneel met geluidabsorberend materiaal met gemiddelde absorptie (α_w) van 0.95 toegepast. Aanvullend geldt een minimale absorptiewaarde in de 125 Hz octaafband van 0.60. Geschikte materialen zijn bijvoorbeeld Troldekt Ultrafine 35 mm met 95 mm wol.

Kantoor- en bijeenkomstruimten

Voor de kantoor- en bijeenkomstruimten zijn voornoemde plafondpanelen ook geschikt. Sinds spraakverstaanbaarheid hier een minder grote rol speelt is de minimale absorptiewaarde voor 125 Hz minder van belang. Daarmee kan ook worden volstaan met geluidabsorberend materiaal met gemiddelde absorptie (α_w) van 0.9 zoals een houtwolcement paneel van 25 mm of geluidabsorberend systeemplafond.

In de opslagruimten en werkplaats is geen geluidabsorberend plafond noodzakelijk.

5.5 Luchtgeluidisolatie

Onderwijsruimten

Relevante eis: Frisse Scholen klasse B.

- De luchtgeluidisolatie ($D_{nT,A}$) tussen leslokalen onderling en aangrenzende verblijfsruimten (bijv. onderwijspleinen, kantoren) is ten minste 39 dB.
- De luchtgeluidisolatie tussen leslokalen en aangrenzende verkeersruimten en bergingen is ten minste 25 dB.
- Bij een tussendeur in de scheidingswand tussen twee leslokalen is de luchtgeluidisolatie ten minste 34 dB.

Er gelden minimale luchtgeluidisolatie voor onderwijsruimten. Voor luchtgeluidisolatie zijn voornamelijk wanden, deuren en aansluitingen op gevel of vloeren relevant. De wandopbouw en specificatie van deuren wordt navolgend besproken.

Geschikte scheidingswanden hebben een geluidisolatie-index R_w van minimaal 45 dB. Er is 100 mm wanddikte opgenomen. In het kader van de circulaire ambities voor het project is nog geen definitieve wandselectie gemaakt, daartoe zijn meerdere opties. Een passende geluidisolatie is mogelijk met:

- Metal-stud 100 mm: minerale wol en dubbele beplating aan weerszijde (Knauf, Gyproc, o.g; type 2.50.2.A)

Milieu-vriendelijke & circulaire opties:

- Houtskeletbouw 100 mm: frame 44 mm met minerale wol of houtvezel vulling en dubbele gipsbeplating
- Dubbelschalige wand uit geperste vlasvezels (Faay IW90)
- 100 mm metal-stud met hergebruikte gipskartonplaten (Knauf Circulair serie)
- 100 mm hergebruikte systeemwand (afwerking uit staal, melamine of gipsvinyl met minerale wol vulling)

Om geluidlekken via toegangsdeuren te beperken geldt een minimale geluidisolatie $R_{w,p}$ van de deur inclusief kozijn van 27 dB. Dit is haalbaar met een deur van 40 mm met enkelvoudige kierdichting in het kozijn en een valdorpel.

Kantoor- en bijeenkomstruimten

Voor de kantoor- en bijeenkomstruimten zijn voornoemde wandopbouwen ook geschikt. Voor de multifunctionele ruimte in de kinderboerderij wordt aanbevolen om tevens de voornoemde geluidisolierende deur toe te passen. Voor de overige deuren is een basiskwaliteit van $R_{w,p}$ 22 dB voldoende, dit is haalbaar met een 40 mm deur zonder valdorpel.

5.6 Contactgeluidisolatie

Relevante eis: Frisse Scholen klasse B.

- Het gewogen contactgeluidniveau ($L_{nT,A}$) tussen leslokalen onderling en aangrenzende verblijfsruimten (bijv. onderwijspleinen, kantoren) is ten hoogste 59 dB.
- Het gewogen contactgeluidniveau tussen leslokalen en aangrenzende verkeersruimten en bergingen is ten hoogste 69 dB

Contactgeluidisolatie is voornamelijk van belang voor de vloeropbouw van de verdieping. Het constructieve ontwerp bestaat uit 200 mm kanaalplaatvloeren met minimaal 40 mm uitvullaag. Dit resulteert in een monoliete vloeropbouw met gewicht van 380 kg/m². Het contactgeluidniveau ($L_{nT,A}$) van deze (kale) vloer bedraagt circa 63 dB exclusief vloerafwerking. Met toepassing van de in 5.4 omschreven houtwolcement afwerking aan de onderzijde wordt de contactgeluidisolatie verbeterd tot 58 dB waarmee wordt voldaan aan de contactgeluid eis.

Door een zwevende vloerafwerking (laminaat, parket, linoleum met kurklaag of PVC tegels) met ΔL_w van 10 dB of meer kan de totale contactgeluidisolatie verder worden verbeterd. Dit is echter niet noodzakelijk uitgaande van het geluidabsorberende pakket aan de onderzijde van de vloer.

6 Kwaliteitsborging Frisse Scholen

Conform PVE Frisse scholen 2021 klasse B zullen de volgende gebouwaspecten middels een oplevermeting worden gecontroleerd voor het schoolwerktuinen gebouw:

- Oplever certificaat energielabel conform NTA8800 in overeenstemming met uitgangspunten BENG berekening
- Controle op luchtdichtheid middels een blowerdoor test conform NEN-EN ISO 9972
- Controle op juiste isolatie en koudebruggen middels een thermografisch onderzoek conform NEN-ISO 21105
- Meting luchtdebieten ventilatiesysteem
- Meting operationele temperatuur en discomfort
- Meting lichtniveau op werkblad
- Meting contactgeluidisolatie, geluidwering gevel en nagalmtijd

7 Conclusie

Het ontwerp voor Stadsboerderij Rembrandtpark Amsterdam is beoordeeld op gebied van bouwfysica. Er kan worden geconcludeerd dat:

- De tuinkas van het Schoolwerktuin gebouw buiten de thermische schil wordt gezien, om oververhitting in de zomer te beperken.
- Om oververhitting in de tuinkas te beperken zijn te openen delen in het dak en gevel van de kas opgenomen.
- De bergzolder en ruimten bestemd voor dieren in de kinderboerderij worden buiten de thermische schil gezien.
- Het project voorziet in voldoende daglicht voor alle ruimten.
- De geluidisolatie van de gevel met toepassing van standaard dubbelglas en een lichte gevel voldoende is om geluidsoverlast in de onderwijsruimten te voorkomen.
- Het ontwerp genoeg ruimte biedt om binnenwanden te selecteren waarmee een goede luchtgeluidisolatie wordt behaald.
- De contactgeluidisolatie van voldoet aan PvE Frisse Scholen met inachtneming van een geluidabsorberend pakket aan de onderzijde van de verdiepingsvloer.

Bijlage A Daglichttoets Bbl

Resultaten daglichtberekeningen voor Meerdere verblijfsgebieden

Verblijfsgebied	Verblijfsruimte	gevel	vloer-oppervlak VG (m ²)	hoogte boven 0,6 m h (m)	breedte b (m)	doorlaat A _d (m ²)	belemmeringshoek (≥ 20°)			belemmerings-factor C _{b,i}	uitwendige reductiefactor C _{ui}	Equivalente daglichtopening A _e	Totaal per verblijfsgebied VG	eis voor VG Onderwijsfunctie 5.0%
							α	β	ε					
Kinderboerderij			15.9									4.0	0.8	
1.01 Kantoor			15.9									voldoende		
		Gevel N		1.37	2.38	3.26	20	54	nvt	0.58	1.00	1.89		
		Gevel W												
		Gevelopening1		1.37	4.45	6.10	20	68	nvt	0.34	1.00	2.07		
Schoolwerktuinen			74.2									8.1	3.7	
0.07 Leslokaal			74.2									voldoende		
		Gevelopening1		1.40	7.72	10.81	20	30	nvt	0.75	1.00	8.11		
Schoolwerktuinen			81.9									7.2	4.1	
1.06 Leslokaal			81.9									voldoende		
		Gevel O												
		Gevelopening1		1.40	8.43	11.80	20	51	nvt	0.61	1.00	7.20		
Schoolwerktuinen			35.0									4.2	1.7	
1.12			35.0									voldoende		
		Gevel O												
		Gevelopening1		1.40	1.27	1.78	20	51	nvt	0.61	1.00	1.08		
		Gevel Z												
		Gevelopening1		1.37	3.69	5.06	20	51	nvt	0.61	1.00	3.08		

Colofon

DO BOUWFYSICA & AKOESTIEK
STADSBOERDERIJ REMBRANDPARK AMSTERDAM

KLANT

K_Dekker Bouw & Infra tbv Gemeente Amsterdam

AUTEUR

Mick Hendrix

PROJECTNUMMER

30104667

ONZE REFERENTIE

A6WAKAYMDKPA-750773017-5874:5

DATUM

9 juli 2024

STATUS

Definitief

GECONTROLEERD DOOR

Luc Cartigny
Senior adviseur

VRIJGEGEVEN DOOR

Mick Hendrix
Adviseur bouwfysica

Over Arcadis

Arcadis is de leidende wereldwijd opererende datagedreven duurzame ontwerp-, advies- en consultancyorganisatie op het gebied van de natuurlijke en gebouwde omgeving. Wij zijn met 36.000 architecten, data-analisten, ingenieurs, projectplanners, water- en duurzaamheidexperts. Onze gedeelde passie is: Improving quality of life. Toewijding aan de strategie 'accelerating a planet positive future' onderschrijft onze wereldwijde samenwerking met klanten en hoe we hen helpen met duurzame projectkeuzes. We combineren digitale met mensgerichte innovaties en omarmen toekomstgerichte vaardigheden op het gebied van milieu, energie, water, gebouwen, transport en infrastructuur. We werken vanuit meer dan dertig landen en rapporteerden in 2023 een bruto omzet van 5 miljard euro. www.arcadis.com

www.arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 1632
6201 BP Maastricht
Nederland

T **+31 (0)88 4261 261**