

MFC De Tjalk

TO Bouwfysica



Documentnummer:
Datum:
Contactpersoon:

B.2020.0440.00.R008
22 september 2022
Ron de Jonge | je@dgm.nl | t 088 - 346 7615

KRAAUVANGER

draaijer+partners

Aronsohn Constructies
Raadgevende ingenieurs bv

dGm^R

VALSTAR SIMONIS
ADVISEURS INSTALLATIETECHNIEK

dGm^R

Opdrachtgever	Kraaijvanger Architects Blaak 40 3011 TA ROTTERDAM
Contactpersoon opdrachtgever	mevrouw R. Wikkerink
Project Betreft Uw kenmerk	IKC Lelystad omgevingsvergunning Bouwfysica
Rapport Datum Versie Status	B.2020.0440.R007 22 september 2022 001 Definitief
Uitgevoerd door	DGMR Bouw B.V.
Contactpersoon	ing. R.H. (Ron) de Jonge 088 346 76 15 je@dgmr.nl
Auteur	R.H. (Ron) de Jonge 088 346 76 15 je@dgmr.nl
Projectadviseur	ing. W.J.G. (Edwin) van den Brink 088 346 77 01 ebr@dgmr.nl
2e lezer/secr.	WTE BDI

p.o. ir. M.G. (Maarten) Gies

ing. W.J.G. (Edwin) van den Brink
DGMR Bouw B.V.

Inleiding	3
Overzicht eisen	4
Interne geluidsisolatie	6
Ruimteakoestiek	10
Installatiegeluid	12
Geluiduitstraling naar de omgeving	14

Bijlagen

[Bijlage 1](#)

[Rapport B.2020.0440.14.R001.v002 d.d. 19 januari 2021](#)

[‘Prognose geluid en trillingen als gevolg van funderingswerkzaamheden’](#)

Inleiding

Het project betreft een multifunctioneel onderwijsgebouw van twee bouwlagen.

De begane grond bestaat uit een centrale open ruimte met daaromheen diverse klaslokalen, peuterspeelzaal, BSO, kantoorruimten en een gymzaal met kleed- en sanitaire ruimten.

Op de eerste verdieping liggen rondom de centrale open ruimte diverse klaslokalen, vergader- en docentenruimten. Een deel van de verdieping is een toegankelijke buitenruimte met zitgelegenheid.

Voor de aanvraag van de omgevingsvergunning, zijn al diverse bouwfysische aspecten behandeld:

Geluidwering gevel

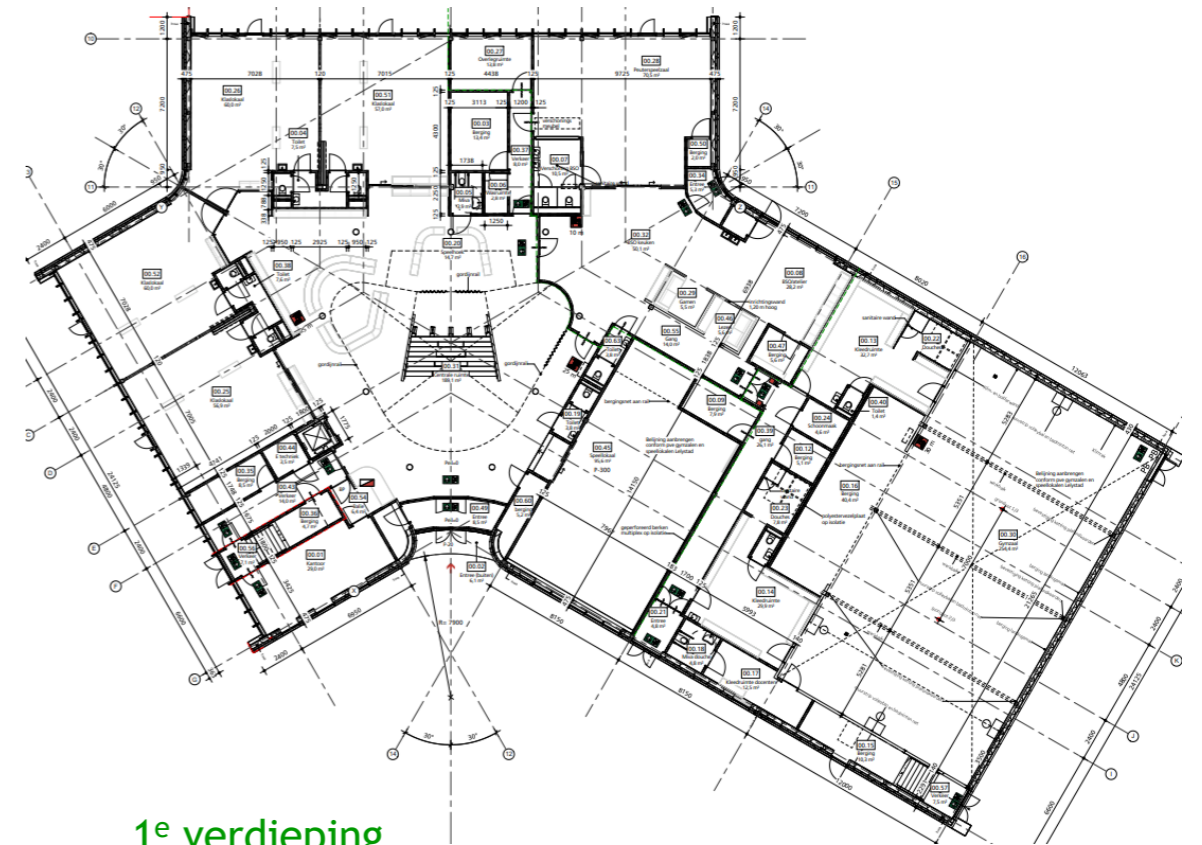
- Daglicht
- Spuiventilatie
- Thermische schil

Voor deze aspecten wordt verwezen naar rapport B.2020.0440.00.007.

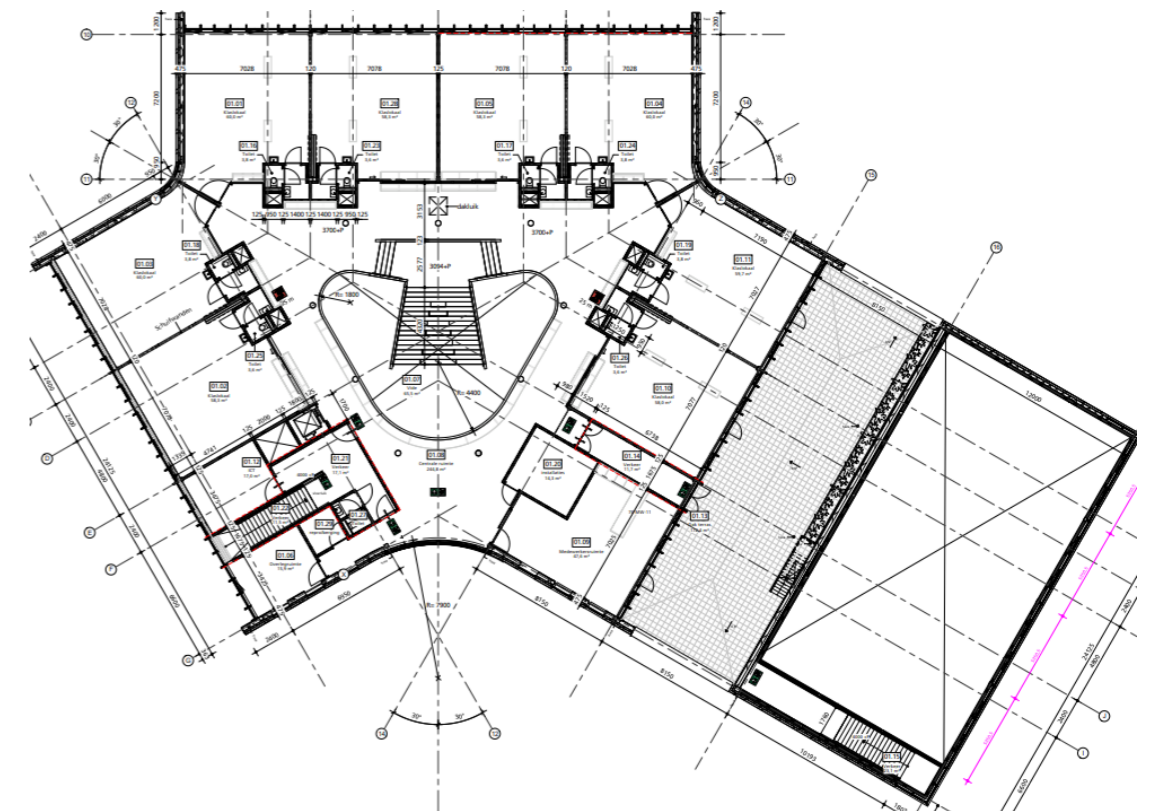
Aanvullend op vermelde aspecten die gerelateerd zijn aan het Bouwbesluit wordt in dit rapport nader ingegaan op de volgende aspecten:

- interne geluidsisolatie
- ruimteakoestiek installatiegeluid
- geluiduitstraling beschouwd in het kader van het Activiteitenbesluit.

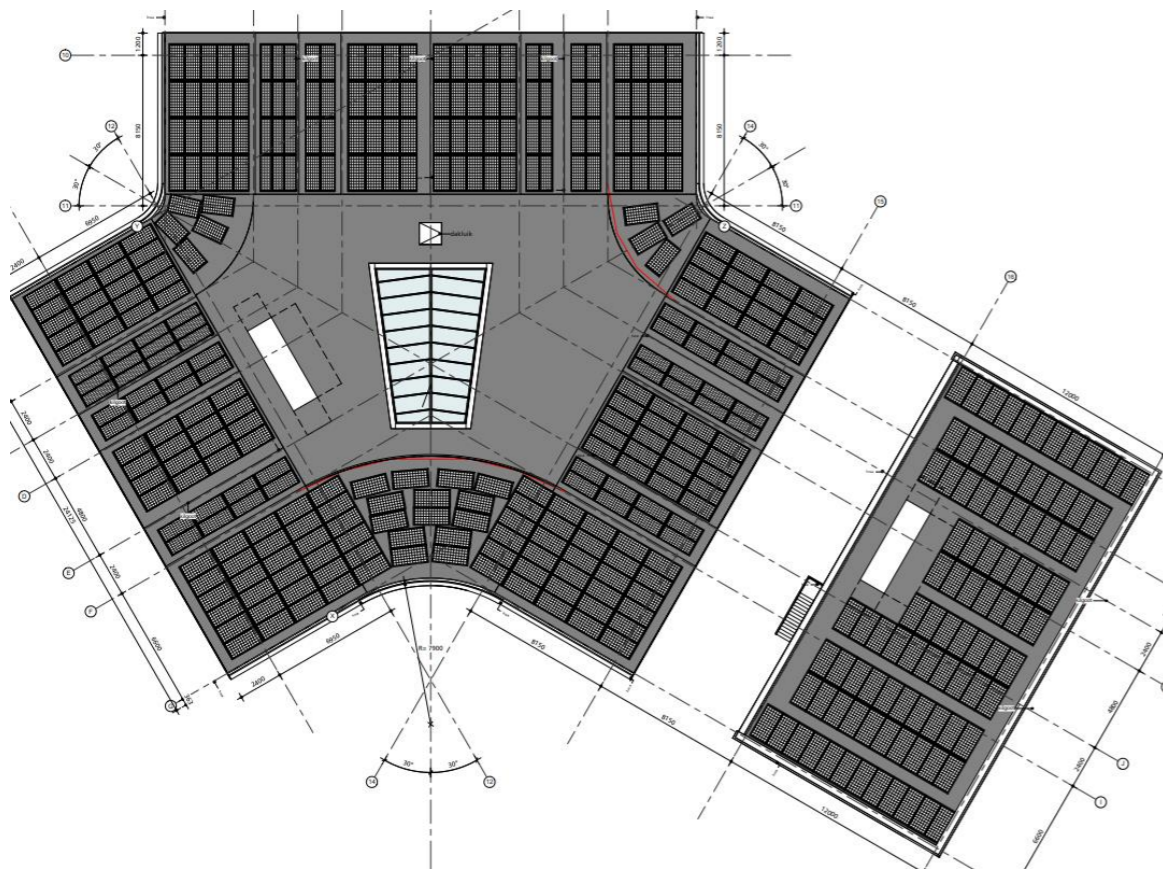
Begane grond



1e verdieping



2e verdieping



Overzicht eisen

Uitgangspunten

Deze bouwfysische toets is gebaseerd op de tekeningenset van 25 augustus 2022 van Kraaijvanger.

Hiernaast zijn de Bouwbesluiteisen en eisen voor Frisse scholen aangegeven. Zwart afgedrukt is de te hanteren klasse Frisse Scholen aangegeven. Uitgangspunt is klasse B zonder verdere differentiatie per aspect. Dit is volgens de Selectieleidraad van juli 2019. De eisen voor klasse A en C zijn ter informatie weergegeven (grijs afgedrukt).

De hoofdthema's zijn:

- geluid
- licht
- lucht
- temperatuur
- energie

Specifieke eisen ontbreken voor de kantoren, BSO/peuterspeelzaal, speellokaal, de grote centrale ruimte en de gymzaal. Hiervoor worden dezelfde waarden gehanteerd als voor de lesruimten. Daar waar dat niet reëel is of eisen ontbreken zijn in de laatste kolom de te hanteren eisen weergegeven.

Onderdeel		Bouwbesluit		Eisen frisse scholen (onderwijslokalen)		Te hanteren aanvullende eisen	
GELUID							
Geluidwering van buiten		33 dB voor kantoor en onderwijs Geen eis voor kinderopvang, bijeenkomst en sport		Klasse C: 33 dB met minimum 20 dB Klasse B: 33 dB met minimum 20 dB Klasse A: 28 dB met minimum 25 dB			
		D _{nTA;k} (lucht)	L _{nTA} (contact)	D _{nTA;k} (lucht)	L _{nTA} (contact)		
Geluidwering intern: - tussen verblijfsruimten onderling		-	-	Klasse C: min. 39 dB Klasse B: min. 39 dB Klasse A: min. 43 dB	Klasse C: max. 59 dB Klasse B: max. 59 dB Klasse A: max. 59 dB	Richtwaarde DGMR van gymzaal naar verblijfsruimten: D _{nTA;k} = 50 dB L _{nTA} = 35 dB	
- tussen verblijfsruimten en verkeersruimte/bergingen		-	-	Klasse C: min. 25 dB Klasse B: min. 25 dB Klasse A: min. 31 dB	Klasse C: max. 69 dB Klasse B: max. 69 dB Klasse A: max. 69 dB		
- bij tussendeur in scheidingswand twee groepsruimten		-	-	Klasse C: min. 34 dB Klasse B: min. 34 dB Klasse A: min. 38 dB	-		
Nagalm		-		Klasse C: max. 0,8 s Klasse B: max. 0,6 s Klasse A: max. 0,4 s Klasse B vertaalt zich in max 0,8 sec voor niet-ingerichte ruimten. De 125 Hz octaafband mag maximaal 30% afwijken van de eis, dus maximaal 0,8 s ingerichte en 1,05 s niet-ingerichte ruimte		Voor gymzaal en speelzaal cf SdV PvE 1,0 s Voor centrale ruimte 1,2 s Kantoren, keuken 0,8 s	
Installatiegeluid		35 dB voor onderwijs en kinderopvang Geen eis voor sport, bijeenkomst en kantoor.		Klasse C: max. 35 dB Klasse B: max. 33 dB Klasse A: max. 30 dB		Voor gymzaal cf SdV PvE 40 dB(A)	
LICHT							
Daglicht		Onderwijs: 5% van vloeroppervlak Kinderopvang: 5% van vloeroppervlak Kantoor: 2,5% van vloeroppervlak Sport: - bijeenkomst: -		Klasse C: gem. daglichtfactor 3% Klasse B: gem. daglichtfactor 5% Klasse A: gem. daglichtfactor 7%		Voor gymzaal cf KVLO 5% van het vloeroppervlak	
Kunstlicht		-		Klasse C: 300 lux, gelijkmatigheidsindex > 0,7, UGR ≤ 19, Ra > 80 Klasse B: 500 lux Klasse A: bij docenten 750 lux, UGR ≤ 16		Voor gymzaal cf SdV PvE : 150 lux , gelijkmatigheidsindex > 05, Ra >20	
Lichtwering		-		Klasse C: luminantieverhouding 1:10:30 Klasse B: luminantieverhouding 1:3:10 Klasse A: luminantieverhouding 1:3:10 Ook op noord lichtwering		Voor gymzaal cf KVL”: Buitenzonwering/-lichtwering. Niet duidelijk of dit ook voor noord moet. Voor de verdere uitwerking is het uitgangspunt dat een gelijkwaardige binnenzonwering ook een goed resultaat geeft.	

Onderdeel	Bouwbesluit		Eisen frisse scholen (onderwijslokalen)	Voorstel ontbrekende eisen of aanvullende eisen
LUCHT				
Ventilatie	VB gebied onderwijs: 8,5 dm³/s pp VB gebied kinderopvang: 6,5 dm³/s pp VB gebied kantoor: 6,5 dm³/s pp VB gebied sport: 6,5 dm³/s pp VB gebied bijeenkomst 4,0 dm³/s pp Toilet 7 dm³/s Badkamer 14 dm³/s Keuken 21 dm³/s		Klasse C: max. CO2-concentratie 1.200 ppm, luchtsnelheid zomer max. 0,23, winter 0,19 m/s Klasse B: max. CO2-concentratie 950 ppm, luchtsnelheid zomer max. 0,20, winter 0,16 m/s>>>30,6 m3/hpp Klasse A: max. CO2-concentratie 800 ppm, luchtsnelheid zomer max. 0,16, winter 0,13 m/s	Verblijfsruimten: 6,5 l/s per persoon Slaapruimten: 6,5 l/s per bed
Spuiventilatie	Onderstaande geldt voor basis onderwijs en kinderopvang: Verblijfsgebied 6 dm³/s per m² Verblijfsruimte 3 dm³/s per m²		Klasse C: verblijfsgebied min. 6 dm³/s per m² en minimaal vier te openen ramen Klasse B: verblijfsgebied min. 6 dm³/s per m² en minimaal vier te openen ramen Klasse A: verblijfsgebied min. 9 dm³/s per m² en minimaal vier te openen ramen	Spuien moet voldoen aan de nieuwbouweisen uit het Bouwbesluit 2012 Twee te openen delen is in principe ook voldoende voor spuiventilatie, mits voldoende groot
ENERGIE				
Thermische schil - Rc-waarde - U-waarde		Vloer: 3,5 m².K/W Gevel: 4,5 m².K/W Dak: 6,0 m².K/W 1,65 W/m².K		Voor De Tjalk worden de volgende uitgangspunten gehanteerd: Vloer: 3,5 m².K/W Gevel: 4,5 m².K/W Dak: 8,0 m²K/W. Ramen inclusief kozijn: U _w ≤ 1,0 W/m²K (triple glas in goed isolerend kozijn) Deuren en gelijke onderdelen: U _w ≤ 1,45 W/m²K Infiltratie Q _{v10} ≤ 0.25 dm³/s/m²
Energie		E/E < 1,00	Klasse C: energielabel A++ en bemetering per hoofdgebruiker/opslag energieverbruik per kwartier Klasse B: energielabel A+++, bemetering per onderdeel Klasse A: energielabel A++++, EPC min. 50% lager dan Bouwbesluit bemetering/opslag energieverbruik per onderdeel (verwarmen, koelen, ventilatie, bevochtiging, verlichting, apparatuur) Klasse A: energielabel A++++ Idem, maar ook per onderdeel opslag per kwartier	Gestreefd wordt naar een energieneutraal gebouw. Verdere uitwerking door Valstar Simonis.

Interne geluidsisolatie

Luchtgeluidsisolatie eisen

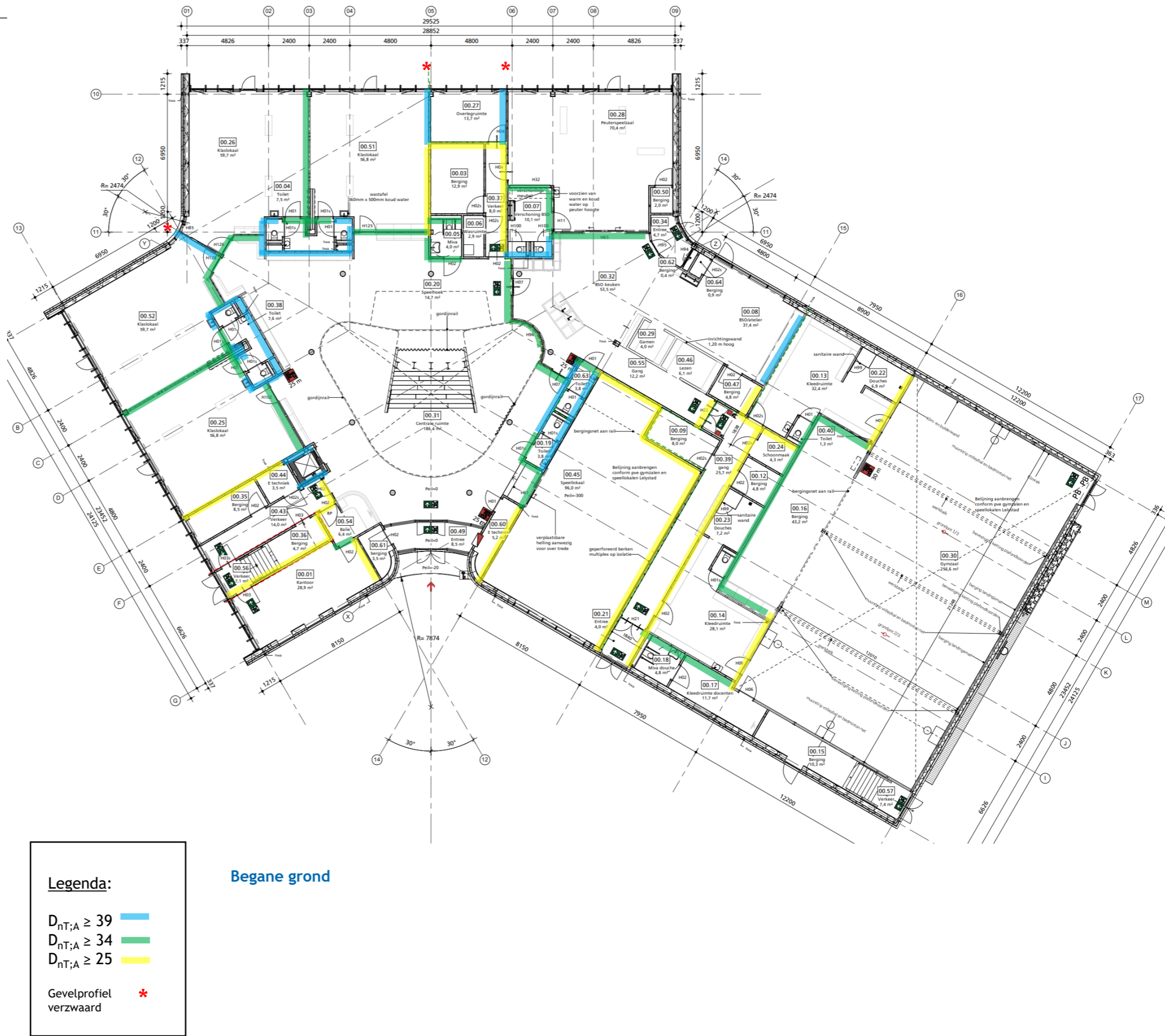
In het Bouwbesluit zijn geen eisen opgenomen met betrekking tot lucht- en contactgeluidsisolatie. Alleen de eisen van Frisse Scholen en de gewenste geluidsisolatie voor de gymzaal zijn voor dit onderwerp van toepassing.

Luchtgeluidsisolatie Frisse Scholen klasse B:

- De luchtgeluidsisolatie ($D_{nT;A}$) tussen leslokalen onderling en aangrenzende verblijfsruimten is ten minste 39 dB.
- Bij een tussendeur in de scheidingswand tussen twee leslokalen en richting de centrale ruimte is de luchtgeluidsisolatie ten minste 34 dB.
- De luchtgeluidsisolatie tussen leslokalen en aangrenzende bergingen is ten minste 25 dB.

Door de bufferruimten tussen de gymzaal en de overige verblijfsruimten (niet-zijnde kleedruimten etc.) wordt met lage geluidsisolatiewaarden aan de gewenste geluiddemping richting de verblijfsruimten voldaan.

Hiernaast en op de volgende pagina staan de te hanteren luchtgeluidsisolatie-eisen op de plattegronden weergegeven.



Interne geluidsisolatie

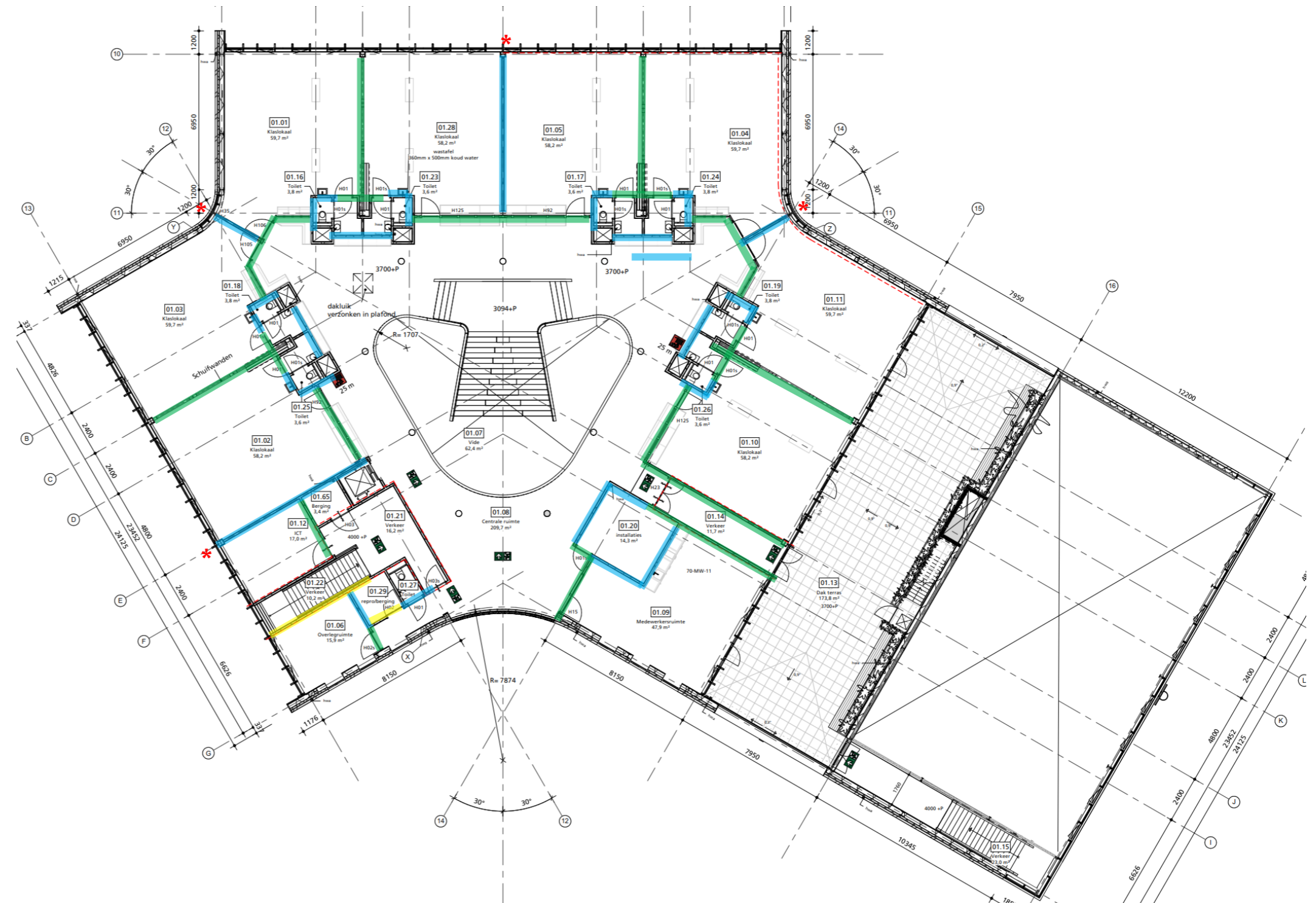
Luchtgeluidsisolatie eisen

Op pagina 8 is een overzicht met mogelijke opbouwen voor wanden en deuren opgenomen.

De geluidsoverdracht via installaties mag de geluidsisolatie niet negatief beïnvloeden. Dit wordt in voldoende mate bereikt als de geluidsoverdracht via de installaties 8 dB lager is dan de geluidsoverdracht via de bouwkundige constructies. Met berekeningen moet dit door de installateur worden aangetoond.

Qua voorzieningen betekent dit:

- Gebruik tussen de gang en een leslokaal een akoestische slang of demper om overspraak te voorkomen, eventueel met geluidsisolerende buitenmantel.
- Alle naden bij doorvoeren, zoals ventilatiekanalen, kabelgoten, leidingen en dergelijke, moeten goed afgedicht worden.
- Kabelgoten die door ruimtescheidende wanden gaan, zullen voorzien moeten worden van een vulling van minerale wol (35 kg/m^3) over een lengte van minimaal 200 mm aan beide zijden van de scheidingswand. Daarnaast moet de aansluiting van de kabelgoot op de wand rondom worden afgekit.
- Hoofdkanalen boven de scheidingen tussen verblijfsruimten, met name rechthoekige kanalen zoveel mogelijk vermijden.



Legenda:	
$D_{nT,A} \geq 39$	Blue line
$D_{nT,A} \geq 34$	Green line
$D_{nT,A} \geq 25$	Yellow line
Gevelprofiel verzaamd	Red asterisk (*)

1^e verdieping

Interne geluidsisolatie

Overzicht wanden en deuren met mogelijke opbouw

LUCHTGELUIDISOLATIE, Indicatie deeleisen en voorzieningen

Eis D _{nTA}	Scheidingswand					Glas / glazen passtuk			Deur	
	Deeleis	Voorbeelden			Deeleis		Voorbeelden	Deeleis	Voorbeelden	
	R _{A,burengeluid} *	beton	kalkzandsteen	lichte scheidingswand	Glas%	R _{A,buren- geluid} *	glasopbouw	R _{A,burengeluid} /R _{w,p} **	deur inclusief kierdichting	
39	44	100 mm	120 mm + tweezijdige filmlaag	GF 100/2.50.2.A GF 125/1.100.1.A	10%	39	gelamineerd glas 86.A2	n.v.t.	n.v.t.	
					25%	41	gelamineerd glas 88.A2			
					50%	42	gelamineerd glas, 44.A2-20-55.A2			
					75%	43	gelamineerd glas, 44.A2-20-55.A2			
					100%	44	gelamineerd glas, 44.A2-20-55.A2			
34	39	80 mm	100 mm + enkelzijdige filmlaag	GF 100/1.75.1.A	10%	34	gelamineerd glas 55.A2	34 / 39	speciale geluidsisolerende schuifdeur	
					25%	36	gelamineerd glas 55.A2			
					50%	37	gelamineerd glas 66.A2			
					75%	38	gelamineerd glas 86.A2			
					100%	39	gelamineerd glas 86.A2			
25	30	80 mm	70 mm + enkelzijdige filmlaag	GF 100/1.75.1.A	10%	25	gelamineerd glas 33.2	25 / 30	Bijvoorbeeld een massief houten deur van 43 mm met goede enkele kierdichting (bijvoorbeeld Deventer). De spleet aan de onderzijde zo klein mogelijk (maximaal 2 mm).	
					25%	27				
					50%	28				
					75%	29				
					100%	30				

* R_w -waarde is als richtwaarde meestal circa 2 dB hoger, maar bij lichte ontkoppelde wanden kan dit oplopen tot 4 a 6 dB!!!

** $R_{w,p}$ -waarde is als richtwaarde circa 5 dB hoger, 3 dB vanwege verschil met de praktijk en 2 dB vanwege ongunstiger spectrum D_{nTA} tov R_w

Interne geluidsisolatie

Contactgeluidsisolatie eisen

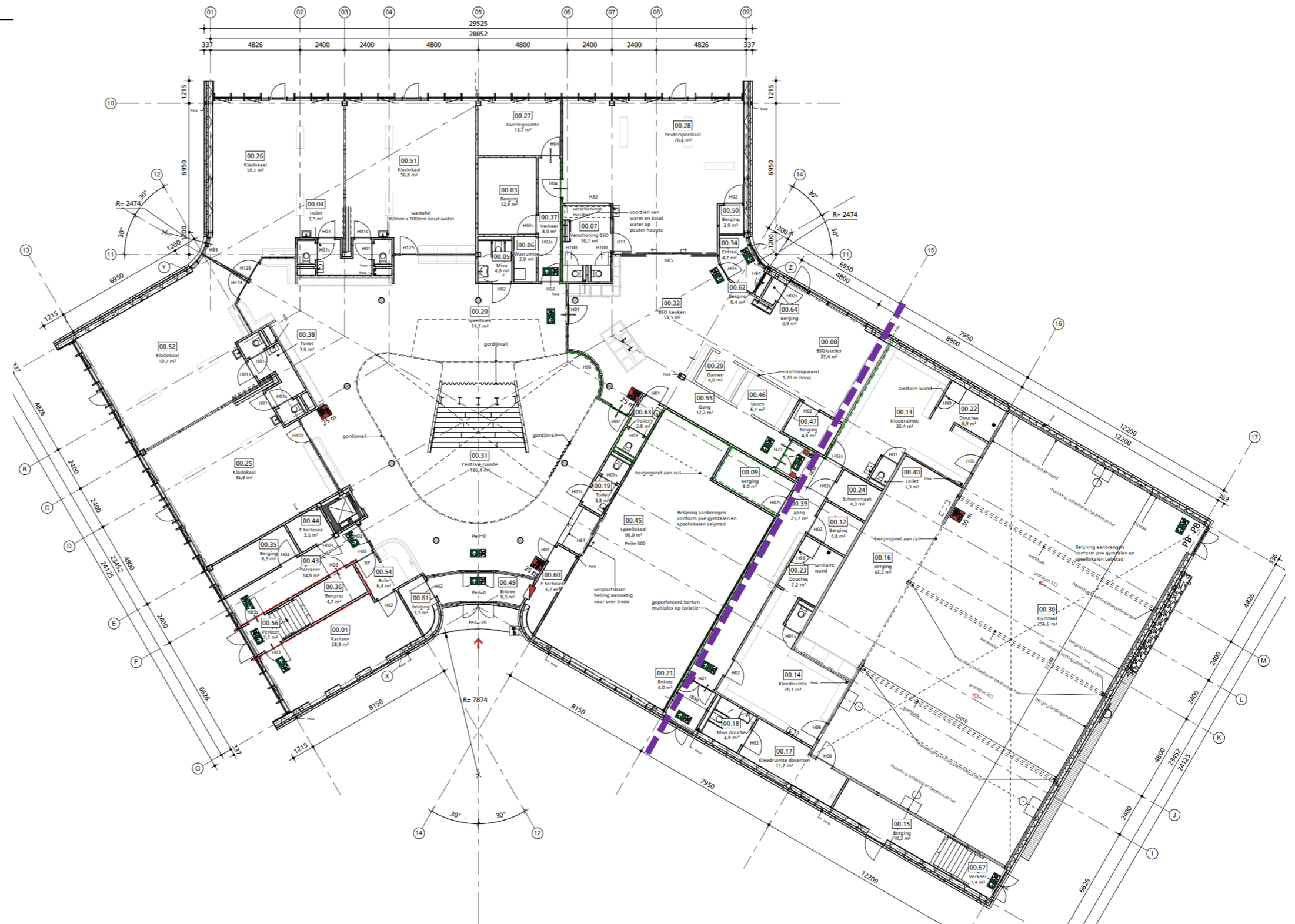
Contactgeluidsisolatie Frisse Scholen klasse B:

- Het gewogen contactgeluidsniveau ($L_{nT;A}$) tussen leslokalen onderling en aangrenzende verblijfsruimten (bijvoorbeeld centrale ruimte, kantoren) is ten hoogste 59 dB.
- Het gewogen contactgeluidsniveau tussen leslokalen en aangrenzende verkeersruimten en bergingen is ten hoogste 69 dB.
- Hinderlijke trillingen van de vloer of trappen door lopen/bewegen of muziek moet worden voorkomen.

Contactgeluidsisolatie uitwerking

Voor contactgeluid wordt in verband met balsporten een strengere eis gesteld voor de gymzaal. Richtwaarde is maximaal een niveau van 35 dB(A) in geluidsgevoelige ruimte met extra aandacht voor lage frequenties vanaf 31 Hz, vanwege bijvoorbeeld een stuitende basketbal. Dit kan wordt bereikt door een akoestische ontkoppeling in de vloer op as 15, zoals hiernaast weergegeven.

Voor het speellokaal wordt in de contactgeluidsisolatie voorzien door de toepassing van een sportvloer. Contactgeluiden zijn bij kleine kinderen minder kritisch dan in de gymzaal.



Eisen Frisse Scholen

- Ruimteakoestiek Frisse Scholen klasse B:
- De gemiddelde nagalmtijd in het ingerichte leslokaal bedraagt maximaal 0,6 s.
 - De gemiddelde nagalmtijd betreft de gemiddelde waarde van de nagalmtijd in de octaafbanden 250 t/m 2.000 Hz.

Voor de gymzaal zoeken wij voor onze advisering aansluiting bij de KVLO publicatie en de richtlijnen in het Handboek Sportaccommodaties NOC/NSF. In deze publicaties zijn eisen opgesteld specifiek voor de akoestiek en geluid in gymzalen. De belangrijkste eisen zijn als volgt:

- De gemiddelde nagalmtijd in een frequentiegebied van 125-4.000 Hz is maximaal 1,0 sec.
- De gemiddelde geluidsabsorptie is minimaal 0,25.
- Flutterecho's (resonantie) moeten vermeden worden.

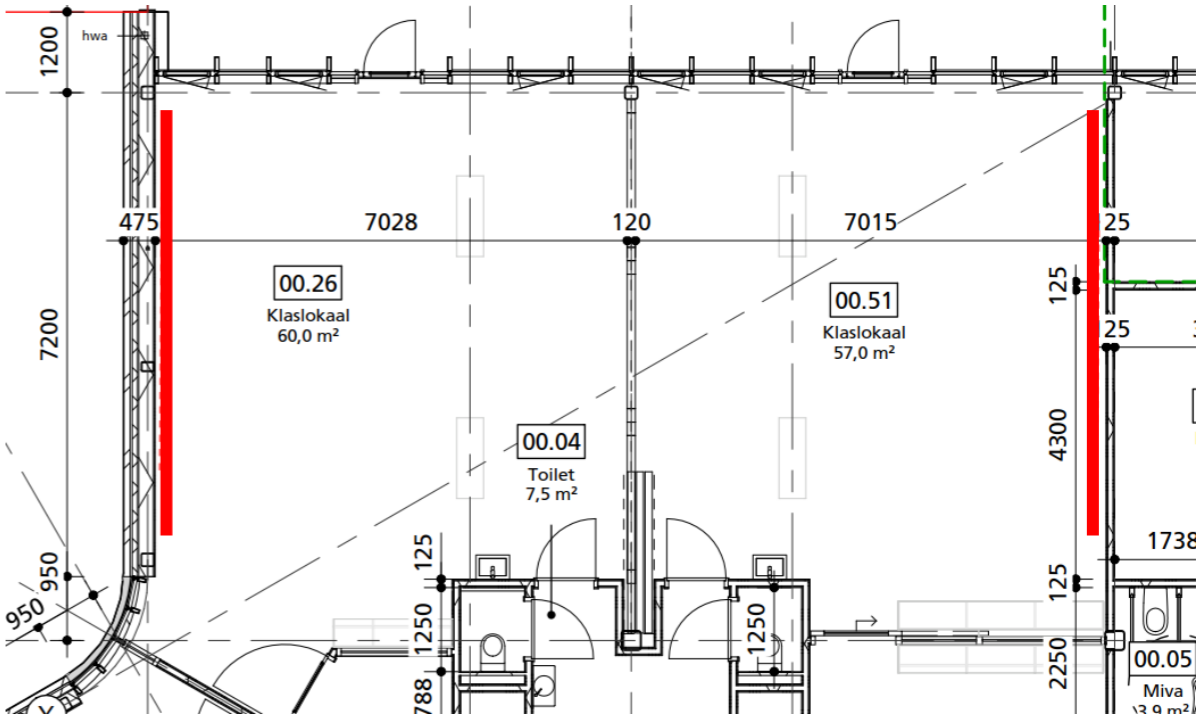
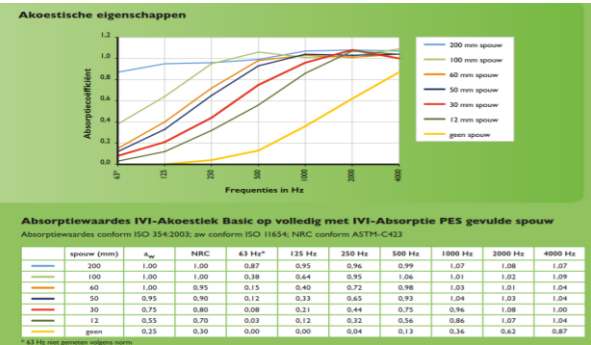
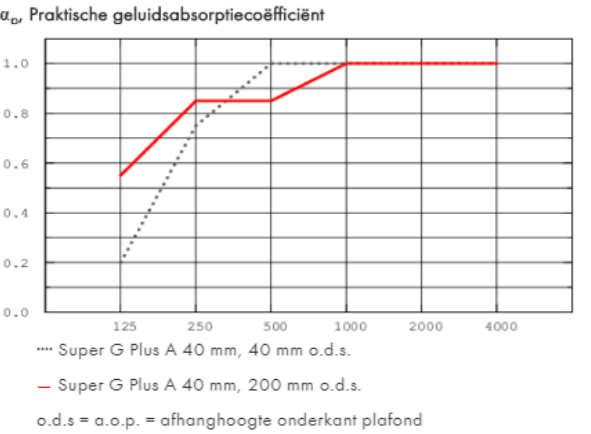
Voor de gangen adviseren we een nagalmtijd van 1.0 s.

Uitwerking

Lokalen, kantoren, vergaderruimten, etc.
Op de begane grond is de verdiepingshoogte 2,9 meter. Een gemiddelde geluidsabsorptie van het plafond van 0,8 is theoretisch voldoende om aan de geluidseis te voldoen. Om in de praktijk te kunnen voldoen uitgaan van een gemiddelde geluidsabsorptie van het plafond van 0,9.

- Op de verdieping is de vertrekhoogte groter dan op de begane grond. Om in de praktijk te kunnen voldoen uitgaan van $NRC = 0,9$ tegen het plafond aangevuld met wandabsorptie op hoofdhoogte, 6 x 1,2 m bijvoorbeeld:
- Ecophon wandpaneel super G plus
 - Nevima IVI Akoestiek basic, 9 mm vilt op 40 mm minerale wol of 40 mm polyesterwol
 - Fotoprint op geluidopen doek op 40 mm minerale wol of 40 mm polyesterwol (inrichting)
 - Prikborden van zacht vezelboard op regelwerk met 40 mm minerale wol (inrichting)

Om te voorkomen dat bruikbare wanden door geluidsabsorberende wandpanelen niet meer bruikbaar zijn door de gebruiker is het uitgangspunt dat er prikboarden worden toegepast. Besloten is om dit onder de inrichting te laten vallen.



Speellokaal

Aandachtspunt is het speellokaal omdat hier sprake kan zijn van een flinke geluidsproductie. Dit betekent dat er relatief veel wandabsorptie opgenomen moet worden. Daarom is gekozen voor een volledig absorberende langswand van geperforeerde houtbeplating op 50 mm spouw, gevuld met minerale wol (eis NRC > 0,75). Minimaal moet 50% wandabsorptie toegepast worden.

Centrale ruimte

Het staaldak is niet geperforeerd. Uitgaande van een volledig systeemplafond onder het dak en de omloop op de begane grond met een geluidsabsorptie NRC = 0,9 is er **geen** aanvullende geluidsabsorptie nodig op de wanden of de balustrades.

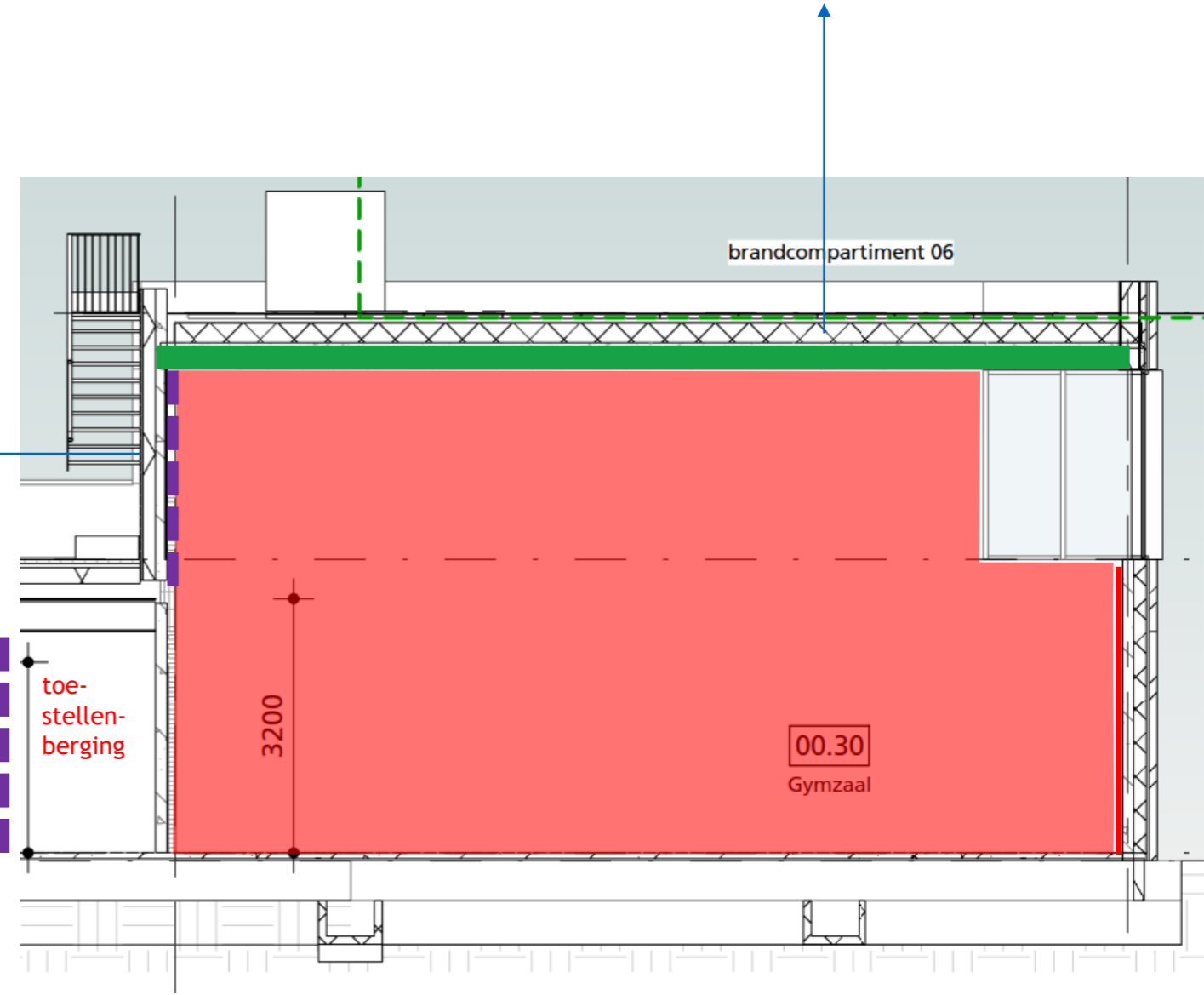
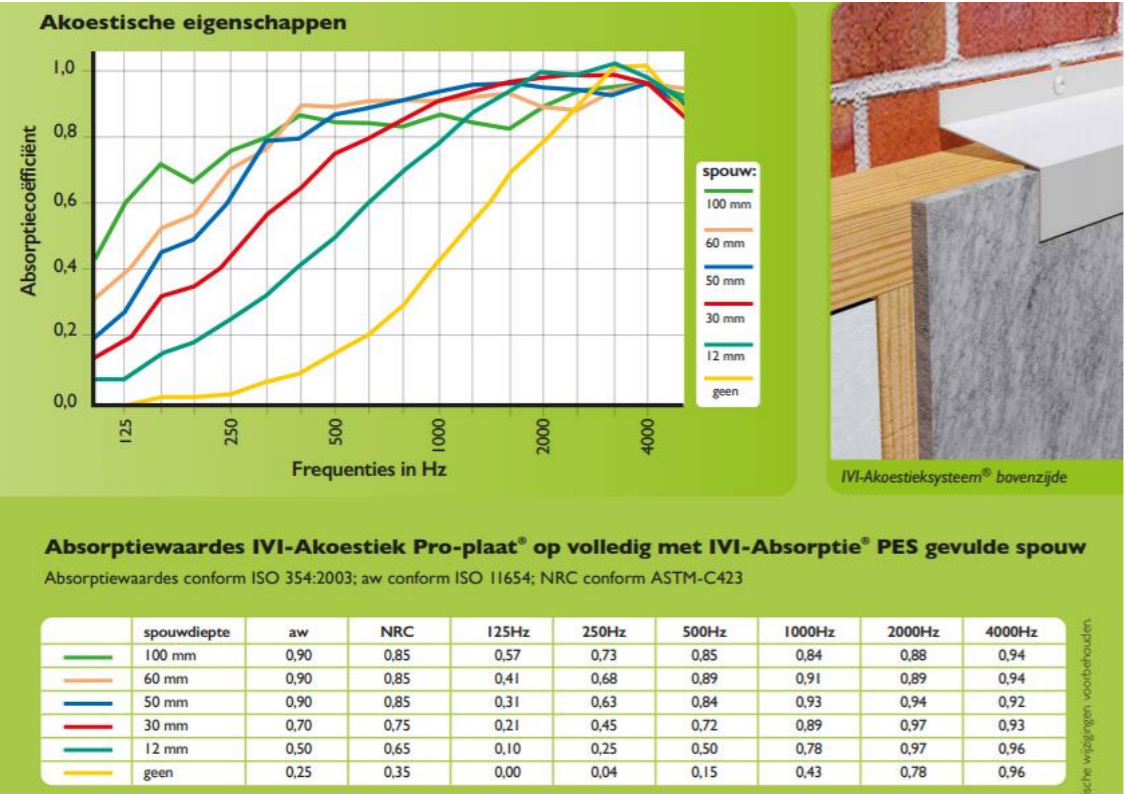
Gymzaal

De gymzaal heeft een geperforeerd staaldak: SAB 200 R/750 P3L-S. Om te voldoen aan de nagalmtijdeis en om hinderlijke flutterecho's te voorkomen, is het noodzakelijk een langswand en een kopwand volledig geluidsabsorberend uit te voeren met NRC = 0,9, bijvoorbeeld met Nevima Akoestik Pro op 100 mm spouw gevuld met minerale wol of polyesterwol. Voor de langswand is gekozen om de wand in de toestellenberging absorberend uit te voeren en het wanddeel boven de 3,2 meter op as 16.

De thermische isolatie in de gevel kan eventueel worden gereduceerd waar de wandabsorptie wordt toegepast tot een Rc = 3,0.

Toegepast wordt een 200 mm hoge geperforeerde dakplaat. Hiervan zijn geen akoestische gegevens bekend. Vooralsnog worden de gegevens van de 158 hoge dakplaat gehanteerd.

Bitumen dakbedekking - 1 laag - 4 mm - 4,2 kg/m² Steenwol 369/6 - 60 mm - 175 kg/m³ Dampremmende folie - PE 0,25 mm Canalurevulling gesealed steenwol Profielplaat SAB 158R/750 P3 L-S - 0,70 mm Geperforeerd							
Gewogen gemiddelde	Frequentie (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
-	Geluidsisolatie R (dB)	-	-	-	-	-	-
-	Geluidsabsorptie αs	0,63	0,91	0,72	0,43	0,42	0,37



Eisen

Voor de toelaatbare geluidniveaus in de ruimten geldt:

- In de verblijfsruimten $L_{Aeq} = 33$ dB(A)
- In de gymzaal $L_{Aeq} = 33$ dB(A)

Uitwerking

Principemaatregelen

Op hoofdlijnen moet rekening worden gehouden met de volgende maatregelen:

- (Hoofd)kanaalwerk zoveel mogelijk in gangzones of secundaire ruimten aanbrengen, niet in geluidsgevoelige tentamenruimten. Wanneer dit toch noodzakelijk is, moet rekening gehouden worden met een getimmerde koof of het toepassen van ontdreuningsmatten om de geluidsisolatie van de kanaalwanden te verhogen.
- De aanzuig- en afblaasopeningen voorzien van geluiddempers/geluiddempende slangen.
- Het type rooster mede selecteren op basis van stromingsgeluidsbronvermogen waarbij het aantal roosters en de ontwerp-deelbijdrage in oenschouw genomen moet worden.
- In de luchtbehandelingskasten (of in het kanaalwerk kort op de kast) geluiddempers (coulissedempers) aan zowel de pers- als de zuigzijde van de toevoer en retourventilator toepassen.
- Maximaal toelaatbare luchtstroomsnelheid volgens ISSO-publicatie 24 - tabel 4.
- Toepassen multivane airturbs bij grote bochten en/of kort op elkaar liggende bochten in verband met laagfrequente geluidsopwekking.
- Toepassen van juiste verloopstukken voor uniforme luchtsnelheid in het kanaalsysteem en tussen coulissen van een geluiddemper.
- Het druk- en stromingstechnische ontwerp voldoet aan ISSO publicatie 17.
- Luchtbehandelingskasten trillingsisolerend opstellen met verticale afveerfrequentie ≤ 5 Hz. (Opstelling op shearflex rubbers o.g. voldoet niet)
- Warmtepompen speciale verende opstelling. Zie verder.

De installateur moet met berekeningen aantonen dat aan de geluidseisen wordt voldaan.

Opstelling warmtepompen

Voor de warmtepomp op het dak gelden de volgende richtlijnen:

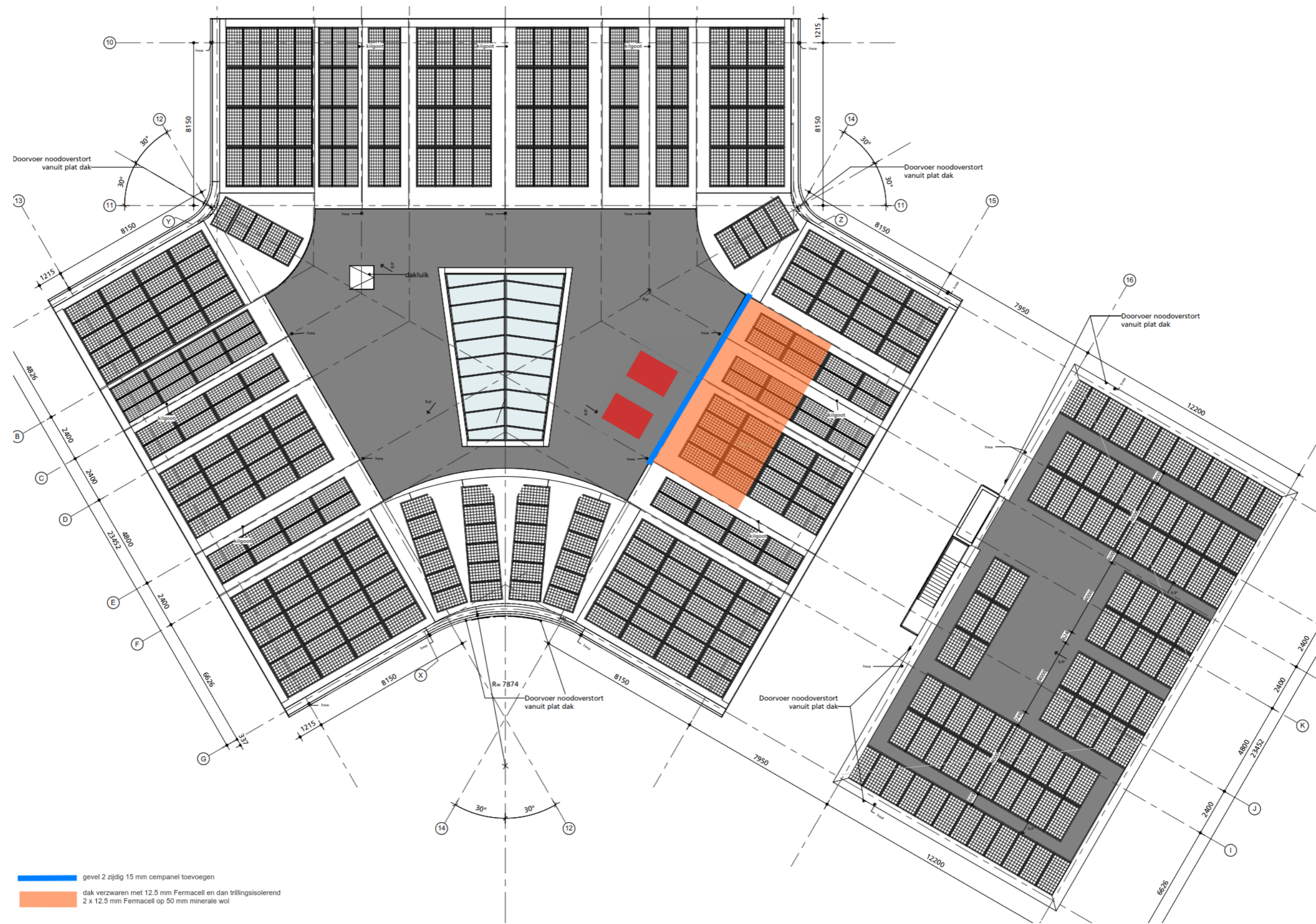
- Dak plaatselijk geen staaldak maar betondak
- Dubbelverende opstelling, op een dunne betonplaat van 600 kg/m^2 .
- Verticale afveerfrequentie ≤ 5 Hz voor de warmtepomp en ≤ 3 Hz voor de totale opstelling.
- Flexibele leidingverbindingen, al dan niet in combinatie met trillingsisolerende beugeling.

Uitgangspunt zijn twee warmtepompen, low-noise uitvoeringen, met bronvermogen van 80 dB(A).

Vanwege de geluidsbelasting op de daken zijn bij de daken plaatselijk geluidsisolerende voorzieningen nodig. Zie blad 13.

Installatiegeluid

Bouwkundige voorzieningen vanwege warmtepompen



Geluidsuitstraling naar de omgeving

Eisen Activiteitenbesluit

Om geluidsgevoelige bestemmingen (zoals woningen) te beschermen tegen geluid van andere gebouwen, zijn in het Activiteitenbesluit eisen opgenomen. Zie de eisen in onderstaande tabel.

Voor MFC De Tjalk betreft het geluid geproduceerd door de klimaatinstallaties. De installaties betreffen de LBK's en de twee warmtepompen.

Beoordeling installaties

LBK
De LBK's worden voorzien van geluiddempers. Daarmee zal aan de gestelde eisen worden voldaan.

Warmtepomp
De geluidsuitstraling van de warmtepomp naar de woningen in de omgeving en de eigen gebouwen moet worden beperkt door een geluidsarme uitvoering van de warmtepompen.

De installateur moet met berekeningen aantonen dat aan de geluidseisen wordt voldaan.

Bouwlawaaai

Voor bouwlawaaai zijn in het Bouwbesluit eisen opgenomen (art. 8,3). Hierbij is met name het heien relevant. In bijlage 1 is het rapport 'Prognose geluid en trillingen als gevolg van funderingswerkzaamheden' B.2020.0440.14.R001 v002 d.d. 19 januari 2021 opgenomen, waarin de eisen en de randvoorwaarden voor het heien nader worden toegelicht. Bij het opstellen van dat rapport was de omvang van het bouwplan iets groter. Voor het geluid betekent dit dat de periode dat geluidhinder ondervonden kan worden iets korter wordt. De conclusies uit de rapportage wijzigen daarmee niet.

Activiteitenbesluit eisen

Periode	In in- of aanpandige gevoelige gebouwen	Op de gevel
Dagperiode: 07.00 en 19.00 uur	35 dB(A)	50 dB(A)
Avondperiode: 19.00 en 23.00 uur	30 dB(A)	45 dB(A)
Nachtperiode: 23.00 en 07.00 uur	25 dB(A)	40 dB(A)

Rapport B.2020.0440.14.R001.v002 d.d. 19 januari 2021
‘Prognose geluid en trillingen als gevolg van funderingswerkzaamheden’



IKC Lelystad

Prognose geluid en trillingen als gevolg van funderingswerkzaamheden

Status	definitief
Versie	002
Rapport	B.2020.0440.14.R001
Datum	19 januari 2021



Colofon

Opdrachtgever	Kraaijvanger Architects Blaak 40 3011 TA ROTTERDAM
Contactpersoon opdrachtgever	Mevrouw Wikkerink RinskeWikkerink@kraaijvanger.nl
Project Betreft Uw kenmerk	IKC Lelystad Prognose heien -
Rapport Datum Versie Status	B.2020.0440.14.R001 19 januari 2021 002 definitief
Uitgevoerd door	DGMR Bouw B.V. Van Pallandtstraat 9-11 6814 GM Arnhem Postbus 153 6800 AD Arnhem
Contactpersoon	ing. R.H. (Ron) de Jonge 088 346 76 15 je@dgmr.nl
Auteur	ing. D.H. (Daan) Perfors 088 346 76 35 dpe@dgmr.nl
Projectadviseur	ing. W.J.G. (Edwin) van den Brink 088 346 77 01 ebr@dgmr.nl
2e lezer/secr.	JE/PZW BDI

Inhoud

1. Inleiding	4
2. Toetsingskader	5
2.1 Geluidhinder (Artikel 8.3 Bouwbesluit 2012)	5
2.2 Trillingshinder (Artikel 8.4 Bouwbesluit 2012)	5
2.3 Schade door trillingen	6
3. Situatie en uitgangspunten	7
3.1 Situatie	7
3.2 Uitgangspunten	7
4. Resultaten	8
4.1 Trillingen	8
4.2 Geluid	8
5. Conclusie en aanbevelingen	9

Bijlagen

Bijlage 1	Prognoses trillingen
Bijlage 2	Prognose geluid
Bijlage 3	Voorlopig palenplan

1. Inleiding

Voor de realisatie van het nieuw te bouwen IKC de Tjalk in Lelystad wordt afgewogen of een goedkoper heisysteem (prefab voorgespannen heipalen) ingezet kan worden. De maatgevende geluidgevoelige bestemming/woonfunctie bevindt zich 17 m aan de noordzijde en 22 m aan de zuidzijde van de nieuwbouw.

Eén van de voorwaarden is dat voldaan wordt aan eisen uit Bouwbesluit 2012 ten aanzien van:

- Geluidhinder (Artikel 8.3) - beoordeeld op basis van geluidbelasting op de uitwendige scheidingsconstructie van geluidgevoelige bestemmingen/woonfunctie.
- Trillingshinder (Artikel 8.4) - beoordeeld op basis van trilsnelheid op vloerconstructie van geluidgevoelige bestemmingen/woonfunctie.

Vooralsnog is er geen invulling gegeven aan het in te zetten materieel. De randvoorwaarden die volgen uit de uitkomsten van deze prognoses, gelden als de te hanteren randvoorwaarden voor het in te zetten materieel.

Deze rapportage doet verslag van de resultaten en bevindingen.

2. Toetsingskader

2.1 Geluidhinder (Artikel 8.3 Bouwbesluit 2012)

Ten aanzien van bouwlawaai gelden de eisen die zijn opgenomen in het Bouwbesluit 2012 artikel 8.3, waarbij de te treffen maatregelen op aanwijzing van het bevoegd gezag vastgelegd worden in een bouw- of sloopveiligheidsplan.

In het Bouwbesluit 2012 zijn de aanbevelingen uit de 'Circulaire Bouwlawaai 2010' overgenomen. Deze eisen staan in tabel 1 en gelden voor bedrijfsmatige bouw- of sloopwerkzaamheden op werkdagen en zaterdag tussen 7.00 uur en 19.00 uur.

tabel 1: toetsingskader Bouwbesluit 2012 Artikel 8.3

Dagwaarde	≤ 60 dB(A)	> 60 dB(A)	> 65 dB(A)	> 70 dB(A)	> 75 dB(A)	> 80 dB(A)
Maximale blootstellingsduur per project	Onbeperkt	50 dagen	30 dagen	15 dagen	5 dagen	0 dagen

Opgemerkt wordt dat de gemeente ontheffing kan verlenen (Algemene Plaatselijke Verordening van de gemeente), mits:

- Aangetoond wordt dat gebruik wordt gemaakt van de best beschikbare stille technieken.
- Als dit niet aan de orde is of hier om een andere reden niet aan voldaan kan worden, dan kan door een onderbouwde motivatie een ontheffing aangevraagd worden.

2.2 Trillingshinder (Artikel 8.4 Bouwbesluit 2012)

Conform Artikel 8.4 uit Bouwbesluit 2012 wordt trillingshinder voor personen in gebouwen getoetst aan de streefwaarden uit de SBR-(meet- en beoordelings)richtlijn Trillingen deel B.

De streefwaarden gelden voor de optredende maximale effectieve trillingssterkte V_{\max} (A1 en A2) en de langtijdgemiddelde effectieve waarde V_{per} (A3) in de vloer.

Voor continu of herhaald voorkomende trillingen over korte perioden (≤ 78 dagen) zoals bij bouw- en sloopwerkzaamheden gelden voor alle gebouwfuncties de in tabel 2 aangegeven streefwaarden. Deze streefwaarden gelden alleen voor werkzaamheden tijdens de dagperiode.

Voor werkzaamheden buiten deze periode moeten de streefwaarden voor continu voorkomende trillingen gedurende lange tijd (zie tabel 3) aangehouden worden.

tabel 2: SBR-B streefwaarden (dagperiode) herhaald en continu voorkomende trillingen (bouw- en sloop) gedurende korte tijd

Duur (D) van de activiteiten	Dagperiode		
	A1	A2	A3
$D \leq 1$ dag	0,8	6	0,4
6 dagen < $D \leq 26$ dagen	0,4	6	0,3
26 dagen < $D \leq 78$ dagen	0,3	6	0,2

A1= onderste streefwaarde; A2 = bovenste streefwaarde; A3 = streefwaarde voor de gemiddelde effectieve waarde over de periode, als A1 wordt overschreden.

tabel 3: SBR-B streefwaarden voor continu en herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd

Gebruiksfunctie	Dag en avond			Nacht		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3
Wonen	0,1	0,4	0,05	0,1	0,2	0,05

A1= onderste streefwaarde; A2 = bovenste streefwaarde; A3 = streefwaarde voor de gemiddelde effectieve waarde over de periode, als A1 wordt overschreden.

2.3 Schade door trillingen

De werkzaamheden moeten zodanig uitgevoerd worden dat naast hinder in, er geen schade aan gebouwen optreedt. Om het risico op gebouwschade te kunnen beheersen, wordt aangesloten bij de SBR-publicatie deel A (2017), hierin worden per categorie bouwwerk grenswaarden gesteld aan trillingen met het oog op mogelijke schade. De grenswaarden richten zich op de optredende topwaarde van de trillingssnelheid v_{top} op stijve punten van de constructie (fundering en begane grond) in het frequentiegebied van 1 tot 100 Hz. In tabel 4 staan de rekenwaarden (v_r) van de grenswaarden voor de bestaande woningen met een normale bouwkundige staat weergegeven. Hierin is al rekening gehouden met de herhaald voorkomende trillingen (bouw- en sloopwerkzaamheden) geldende veiligheidsfactor $\gamma_t = 1.5$ voor cat. 2 en $\gamma_t = 1.6$ voor zetting.

tabel 4: rekenwaarden van de grenswaarde V_r (in mm/s) voor herhaald voorkomende trillingen

Freq [Hz]		Cat. 2	Zetting
Begane grond niveau	5 Hz	3.3	20
	10 Hz	3.3	15.9
	15 Hz	4.2	10.6
	20 Hz	5	8.0
	30 Hz	6.7	5.3
	50 Hz	10	3.2
Hoogste verdieping en onderdelen		10	

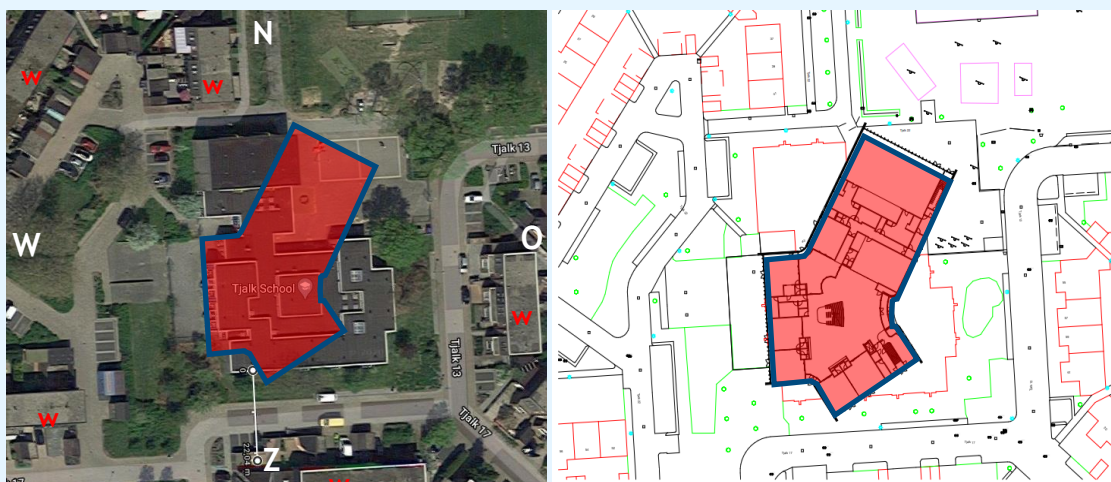
Voor gebouwen met een zettingsgevoelige fundering geldt ook dat trillingen op de fundatie de waarden uit de laatste kolom niet mogen overschrijden. Voor onderdelen van gebouwen (wanden) en voor een punt van de draagconstructie op de hoogste verdieping geldt de slotregel van tabel 2. Deze grenswaarden zijn echter frequentie-onafhankelijk.

De aannemer blijft in alle gevallen verantwoordelijk voor optredende schade.

3. Situatie en uitgangspunten

3.1 Situatie

In figuur 1 is de situatie weergegeven, waarbij het contour van IKC de Tjalk met rood is aangegeven. Met een **W** zijn de woningen aangegeven waarbij de kortste afstand tussen de werkzaamheden en de woningen 17 en 22 m bedraagt. De gemiddelde afstand van de fundatiewerkzaamheden tot omliggende woningen bedraagt circa 45 m.



figuur 1: situatie

3.2 Uitgangspunten

Vooralsnog is er geen invulling geven aan het in te zetten materieel. De randvoorwaarden die volgen uit de uitkomsten van deze prognoses, gelden ook als de te hanteren randvoorwaarden voor het in te zetten materieel.

In totaal worden circa 120 palen (vierkant 350 mm) geslagen, waarbij gemiddeld 10 tot 12 palen per dag ingeheid worden (duur circa 12 tot 14 dagen). In de berekening is uitgegaan van:

- een gelijkmatige spreiding van palen (het voorlopige palenplan is als bijlage toegevoegd);
- 4 uur effectief heien (circa 20 minuten per paal);
- 5 dB toeslag als gevolg van het impulsachtige karakter van het heien.

4. Resultaten

4.1 Trillingen

De prognoses zijn uitgevoerd volgens de rekenwijze van de CUR95-2 - "Prognosemodel trillingshinder". Hierin wordt voor het heien van prefab betonpalen een rekenmethodiek beschreven waarbij ook trillingsemissiesterken en trillingsoverdrachtscoëfficiënten worden gegeven afhankelijk van de slagenergie van het materieel en de bodemgesteldheid.

Voor het heien geldt een relatie tussen de conusweerstand en de trillingsopwekking. De mate waarin de slagenergie wordt omgezet in trillingen, wordt verrekend in de heifactor β . Volgens de verstrekte sonderingen geldt er hoofdzakelijk een conusweerstand van < 15 MPa. Voor deze waarde wordt in de prognose een heifactor β aangehouden van 0,5. In de bepaling van het schaderisico wordt verder uitgegaan van een dominante frequentie van circa 10 Hz.

In tabel 5 zijn de prognoseresultaten gemaximeerd op de slagenergie (schade en hinder) voor de maatgevende situatie aan de noord- en zuidzijde. Dit is ook gedaan voor het middengedeelte/het deel dat verder (ten minste 32 m) van de woningen afligt. In bijlage 1 zijn de uitgebreide resultaten terug te vinden.

tabel 5: prognoseresultaten trillingen

Kortste afstand paal - woning [m]	Toegestane slagenergie [kJ/m]	Kans op schade?/ kans op hinder?
17	28	Nee/nee
22	50	Nee/nee
32	90	Nee/nee

Uit de prognoses volgt dat op korte afstand de slagenergie aanzienlijk gereduceerd moet worden. Er is weinig ruimte om ontheffing aan te vragen omdat de optredende trillingen zowel tegen de schade- als hindergrens aan zit. Het is dan ook van belang dat de aannemer op basis van het palenplan en de afstand tot de meest nabij gelegen woning de slagenergie afstelt. Het is aan te bevelen tijdens kritische fundatiewerkzaamheden trillingen te monitoren, zodat adequaat gereageerd kan worden.

Op wat grotere afstand kan met traditionele hei-installaties/slagenergie gewerkt worden.

4.2 Geluid

In tabel 6 zijn de rekenresultaten weergegeven voor de meest kritische woning aan de noord- en zuidzijde.

tabel 6: prognoseresultaten

Dagwaarde	≤ 60 dB(A)	> 60 dB(A)	> 65 dB(A)	> 70 dB(A)	> 75 dB(A)	> 80 dB(A)
Maximale blootstellingsduur op jaarbasis	Onbeperkt	50 dagen	30 dagen	15 dagen	5 dagen	0 dagen
Woning noordzijde	--	14	14	13	5	0
Woning zuidzijde	--	14	14	11	3	0

Met een geluidbronvermogen van 119 dB(A) wordt juist voldaan aan de geluideisen uit het Bouwbesluit 2012. Een dergelijk bronvermogen is normaal gesproken alleen haalbaar als een geluidsisolerende mantel toegepast wordt.

5. Conclusie en aanbevelingen

Uit het onderzoek is gebleken dat het heien van funderingspalen mogelijk is, als:

- De palen op korte afstand van de woningen geheid worden met een gereduceerde slagenergie. Op grotere afstand is een hogere/gangbare slagenergie mogelijk.
- Het geluidbronvermogen niet hoger is dan 119 dB(A). Dit leidt naar verwachting tot het toepassen van geluidbeheersmaatregelen, bijvoorbeeld een geluidsisolerende mantel.

Aanbevolen wordt de heiwerkzaamheden op korte afstand te laten ondersteunen met trillingsmetingen, zodat adequaat gereageerd kan worden bij eventuele overschrijdingen.



ing. W.J.G. (Edwin) van den Brink
DGMR Bouw B.V.

Bijlage 1

Titel	Prognoses trillingen
Omvang	1

beoordeling						
grenswaarden			toetsing			
zetting	fund	onderdelen	zetting	fund	vloeren	wanden
15,9	3,3	10,0		X	OK	OK
15,9	3,3	10,0		X	OK	OK
15,9	3,3	10,0		X	OK	OK
15,9	3,3	10,0		X	OK	OK
15,9	3,3	10,0		X	OK	OK
15,9	3,3	10,0		OK	OK	OK
15,9	3,3	10,0		OK	OK	OK
15,9	3,3	10,0		OK	OK	OK
15,9	3,3	10,0		OK	OK	OK
15,9	3,3	10,0		OK	OK	OK
15,9	3,3	10,0		OK	OK	OK
15,9	3,3	10,0		OK	OK	OK
15,9	3,3	10,0		OK	OK	OK
	3,3	10,0		OK	OK	OK

verwachting		beoordeling			
V_{eff}	V_{per}	A1	A2	A3	toetsing
1.05	0.33	0.4	6	0.3	geen hinder

				beoordeling			
grenswaarden				toetsing			
zetting	fund	onderdelen		zetting	fund	vloeren	wanden
15,9	3,3	10,0		X	X	X	OK
15,9	3,3	10,0		X	X	X	OK
15,9	3,3	10,0		X	X	X	OK
15,9	3,3	10,0		X	X	X	OK
15,9	3,3	10,0		X		OK	OK
15,9	3,3	10,0		X		OK	OK
15,9	3,3	10,0		X		OK	OK
15,9	3,3	10,0		X		OK	OK
15,9	3,3	10,0		OK	OK	OK	OK
15,9	3,3	10,0		OK	OK	OK	OK
15,9	3,3	10,0		OK	OK	OK	OK
15,9	3,3	10,0		OK	OK	OK	OK

Bijlage 2

Titel	Prognose geluid
Omvang	2

Verdeling heipositie per dag



MAATGEVENDE WONING NOORDZIJDE					
ID/ Dag	Afstand [m]	Gemiddeld invallend geluidsniveau [dB(A)]	Bedrijfsduurcorrectie [dB]	Tonaaltoeslag [dB]	Dagwaarde [dB(A)]
A	66	69,6	-4,8	5	69,8
B	58	70,7	-4,8	5	71,0
C	52	71,7	-4,8	5	71,9
D	45	72,9	-4,8	5	73,2
E	40	74,0	-4,8	5	74,2
F	35	75,1	-4,8	5	75,4
G	21	79,6	-4,8	5	79,8
H	23	78,8	-4,8	5	79,0
I	29	76,8	-4,8	5	77,0
J	34	75,4	-4,8	5	75,6
K	45	72,9	-4,8	5	73,2
L	56	71,0	-4,8	5	71,3
M	55	71,2	-4,8	5	71,4
N	45	72,9	-4,8	5	73,2

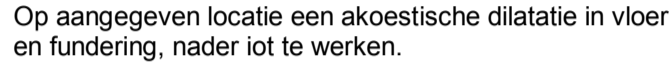
Geluidbronvermogen: 119 dB(A)

MAATGEVENDE WONING ZUIDZIJDE					
ID/ Dag	Afstand [m]	Gemiddeld invallend geluidsniveau [dB(A)]	Bedrijfsduurcorrectie [dB]	Tonaaltoeslag [dB]	Dagwaarde [dB(A)]
A	26	77,7	-4,8	5	77,9
B	33	75,6	-4,8	5	75,9
C	44	73,1	-4,8	5	73,4
D	53	71,5	-4,8	5	71,8
E	64	69,9	-4,8	5	70,1
F	75	68,5	-4,8	5	68,7
G	82	67,7	-4,8	5	68,0
H	67	69,5	-4,8	5	69,7
I	59	70,6	-4,8	5	70,8
J	55	71,2	-4,8	5	71,4
K	46	72,8	-4,8	5	73,0
L	37	74,6	-4,8	5	74,9
M	32	75,9	-4,8	5	76,1
N	49	72,2	-4,8	5	72,4

Geluidbronvermogen: 119 dB(A)

Bijlage 3

Titel	Voorlopig palenplan
-------	---------------------



C	16-12-2020	Omgevingsvergunning	NN	KK	
B	06-11-2020	definitief DO	NN	KK	
A	22-10-2020	concept DO	FM	KK	
▲	datum	omschrijving	get.	gec.	gez.

doc.nr. :10515- 10515- DO- CON- X-00-100