



M+P - raadgevende ingenieurs
Müller-BBM groep
geluid trillingen lucht bouwfysica

Visserstraat 50, Aalsmeer
Postbus 344
1430 AH Aalsmeer

T 0297-320 651
F 0297-325 494
Aalsmeer@mp.nl
www.mp.nl

AKOESTISCH ONDERZOEK

Nieuwbouw langs Boterdijk te De Kwakel, geluidswering uitwendige
scheidingconstructie

Opdrachtgever
Woongroep Holland
Postbus 2020
1180 EA AMSTELVEEN

Rapportnummer
M+P.WGH.07.03.3

Revisie
1

Datum
30 juli 2009

Opdrachtnummer
1200026

Pagina
1 van 50

Auteurs
Ir. S.A. Persoon

Ir. C.J. Sangers

b.a.

Inhoud

1	INLEIDING	3
2	UITGANGSPUNTEN	4
2.1	Situatie	4
2.2	Geluidsbelasting	5
3	VEREISTE KARAKTERISTIEKE GELUIDSWERING	7
4	BEREKENINGSMETHODE KARAKTERISTIEKE GELUIDSWERING	8
4.1	Inleiding	8
4.2	Suskasten en ventilatieroosters	10
4.3	Kier- en naaddichting	11
5	GELUIDSWERENDE VOORZIENINGEN AAN DE GEVEL	12
5.1	Inleiding	12
5.2	Kier- en naaddichting	12
5.3	Ventilatie	12
5.4	Voorzieningen per verblijfsgebied	13
6	CONCLUSIE	17
7	LITERATUUR	18
	BIJLAGE A Figuren	19
	BIJLAGE B Geluidsweringsberekeningen	31
	BIJLAGE C Overzicht van veel toegepaste suskasten	49

1

Inleiding

In opdracht van *Woongroep Holland* is een onderzoek uitgevoerd naar de benodigde geluidswerende voorzieningen aan de geluidsbelaste gevels van vervangende nieuwbouw aan de Boterdijk te De Kwakel (gemeente Uithoorn). Het gaat om nieuwbouw van woningen op 4 locaties langs de Boterdijk.

Door het wegverkeer over de Boterdijk ondervinden de nieuwbouwwoningen een hogere geluidsbelasting dan de voorkeursgrenswaarde.

De geluidsbelasting door het wegverkeer is door ons berekend en opgenomen in rapport *M+P.WGH.07.03.1*, gedateerd 25 februari 2008.

Het onderhavige onderzoek betreft de geluidswering van de uitwendige scheidingsconstructie met het oog op de grenswaarden, die het *Bouwbesluit* stelt aan de geluidsbelasting binnen. De eisen die aan de geluidswering worden gesteld zijn ontleend aan het *Bouwbesluit 2003* [2]. Door middel van berekeningen zijn de benodigde geluidswerende voorzieningen bepaald. De geluidsweringsberekeningen zijn uitgevoerd volgens de Nederlandse Norm *NEN 5077* (2005)[3] met behulp van de rekenmethode *NPR 5272* [1].

Bij het onderzoek is gebruik gemaakt van tekeningen gedateerd 28 mei 2009 van architectenbureau *BUROBEB* uit Amsterdam.

2 Uitgangspunten

2.1 Situatie

De nieuwbouw is gesitueerd aan de Boterdijk te De Kwakel (gemeente Uithoorn). Op 4 plaatsen (locatie 1, 2, 3 en 4) worden bestaande woningen vervangen door nieuwbouw-woningen.

Totaal gaat het om 13 nieuwe bouwblokken bestaande uit 5 verschillende modellen woningblokken (model A tot en met model E).

In figuur 1 van bijlage A is de situering van de geplande nieuwbouw weergegeven.

Per locatie worden de volgende woningtypen gebouwd:

- locatie 1 2 woningblokken model A;
- locatie 2 1 woningblok model A;
 2 woningblokken model B;
 1 woningblok model C;
- locatie 3 2 woningblokken model E;
- locatie 4 2 woningblokken model D;
 3 woningblokken model E.

De bouwblokken model A bestaan uit 4 woningen, waarvan er zich 2 op de begane grond en 2 op de verdiepingen bevinden. Bouwblok model B heeft 2 geschakelde eengezinswoningen. In bouwblok model C worden 5 woningen in een rij opgenomen. Model D bestaat uit een bouwblok met 2-onder-1 kap woningen. Bouwblok model E heeft weer 2 geschakelde eengezinswoningen.

Door het wegverkeer over de Boterdijk ondervinden de woningen een geluidsbelasting, die hoger is dan de voorkeursgrenswaarde van $L_{den} = 48$ dB. De geluidsbelasting van de verschillende bouwblokken is door ons berekend aan de hand van de representatieve verkeersintensiteiten. In rapport *M+P.WGH 07.03.1* d.d. 25 februari 2008 zijn de resultaten van deze berekeningen opgenomen.

In onderhavig rapport zijn de resultaten weergegeven van het onderzoek naar de geluidswering van de uitwendige scheidingsconstructie. Dit onderzoek is uitgevoerd bij de gevels waar de voorkeursgrenswaarde wordt overschreden. Voor de verblijfsruimten aan deze geluidsbelaste gevels en daken zijn de benodigde geluidswerende voorzieningen bepaald.

De plattegronden van de verschillende modellen woningen zijn opgenomen in de figuren 2 tot en met 11 van bijlage A.

Voor gevelaanzichten en doorsneden wordt verwezen naar de tekeningen van architectenbureau *BUROBEB*.

In de gevels worden ventilatieroosters en/of suskasten opgenomen ten behoeve van de natuurlijke ventilatie.

2.2 Geluidsbelasting

De resultaten van de berekening van de geluidsbelasting zijn opgenomen in rapport *M+P.WGH 07.03.1*.

In onderstaande tabel I is een overzicht gegeven van de geluidsbelasting van de gevels van de verschillende typen woningen.

Bij alle voorgevels wordt de voorkeursgrenswaarde overschreden en is onderzoek naar de geluidswering nodig.

tabel I Gevels waarbij onderzoek naar de geluidswering nodig is

woningtype	gevel	waarneemhoogte [m]	Geluidsbelasting L_{den} [dB] (voor aftrek art.110g)
A	voorgevel	1,5	56
		4,5	56
		7,5	56
A	zijgevel	1,5	51
		4,5	52
		7,5	52
B	voorgevel	1,5	55
		4,5	56
		7,5	56
B	zijgevel	1,5	51
		4,5	52
		7,5	52

vervolg tabel I *Gevels waarbij onderzoek naar de geluidswering nodig is*

woning	gevel	waarneemhoogte [m]	Geluidsbelasting L_{den} [dB] (voor aftrek art.110g)
C	voorgevel	1,5	55
		4,5	56
		7,5	56
C	zijgevel	1,5	53
		4,5	54
		7,5	54
D	voorgevel	1,5	59
		4,5	59
		7,5	58
D	zijgevel	1,5	54
		4,5	54
		7,5	54
E	voorgevel	1,5	59
		4,5	59
		7,5	58
E	zijgevel	1,5	54
		4,5	54
		7,5	54

Bij het bepalen van de voorzieningen aan de gevel worden vergelijkbare verblijfsruimten met een vergelijkbare geluidsbelasting samen beschouwd.

Bij gevels met een geluidsbelasting lager dan 54 dB (voor aftrek ex. art.110 g) is de minimale geluidswering van 20 dB(A) maatgevend.

3

Vereiste karakteristieke geluidswering

De gestelde eisen zijn weergegeven in het *Bouwbesluit 2003* [2].

In het *Bouwbesluit 2003* worden eisen gesteld aan de geluidswering van de gevel van onder meer woningen. De eisen zijn opgenomen in afdeling 3.1 Bescherming tegen geluid van buiten, nieuwbouw, artikelen 3.1 tot en met 3.5. Opgenomen zijn eisen voor de karakteristieke geluidswering van de uitwendige scheidingsconstructie, $G_{A,k}$ [dB(A)] voor industrie-, wegverkeers- en railverkeerslawaai. De volgende leden van bovengenoemd artikel zijn relevant voor de beschouwde situatie:

Artikel 3.2 industrie-, weg of railverkeerslawaai

- 1 Een uitwendige scheidingsconstructie van een gebruiksfunctie die gevoelig is voor industrie-, weg- of railverkeerslawaai, die de scheiding vormt tussen een verblijfsgebied en de buitenlucht, heeft een volgens NEN 5077 bepaalde karakteristieke geluidswering, die niet kleiner is dan het verschil tussen de volgens de Wet geluidhinder bepaalde geluidsbelasting van die scheidingsconstructie en de grenswaarde voor het geluidsniveau in het verblijfsgebied als aangegeven in tabel 3.1, met een minimum van 20 dB(A).*
- 6 Een scheidingsconstructie als bedoeld in het eerste en het derde tot en met vijfde lid van een verblijfsruimte heeft een volgens NEN 5077 bepaalde karakteristieke geluidswering die maximaal 2 dB(A) lager ligt dan de karakteristieke geluidswering als bedoeld in het eerste en het derde tot en met vijfde lid, van het verblijfsgebied waarin die verblijfsruimte ligt.*

Concreet betekent bovenstaande dat de geluidswering van de geluidsbelaste gevel- en dakdelen bij verblijfsgebieden van woningen minimaal gelijk moet zijn aan de geluidsbelasting minus 33 dB. Bij de afzonderlijke verblijfsruimten mag de karakteristieke geluidswering 2 dB(A) minder zijn dan bij het verblijfsgebied.

4 Berekeningsmethode karakteristieke geluidswering

4.1 Inleiding

De bepaling van de ééngetalswaarde voor de karakteristieke geluidswering van de uitwendige scheidingsconstructie, $G_{A,k}$ [dB(A)], geschiedt volgens de Nederlandse Norm NEN 5077:2005 *Geluidswering in gebouwen* [2]. Voor de berekening van het binnenniveau, waarmee de geluidswering van de uitwendige scheidingsconstructie kan worden bepaald, is in het onderhavige rapport de methodiek gebruikt uit de Nederlandse Praktijkrichtlijn NPR5272:2003 [1].

De vereiste waarde van karakteristieke geluidswering van de gevel wordt bepaald door:

- de geluidsbelasting buiten;
- de maximaal toelaatbare geluidsbelasting binnen.

De hoogte van de karakteristieke geluidswering wordt bepaald door:

- de geluidsisolatie van elk afzonderlijk onderdeel en het relatieve oppervlak daarvan;
- geluidsdemping van ventilatievoorzieningen en de aanwezige ventilatiecapaciteit;
- de mate waarin kieren en naden zijn afgedicht.

Er wordt bij het bepalen van de karakteristieke geluidswering, bij wegverkeerslawaai, uitgegaan van het zogenaamde spectrum standaard buitengeluid met de in tabel II weergegeven herleidingswaarden.

tabel II *A-gewogen herleidingswaarden C_i voor standaard buitengeluid*

oktaafband [Hz]	125	250	500	1000	2000
	$i = 1$	$i = 2$	$i = 3$	$i = 4$	$i = 5$
C_i [dB]	- 14	- 10	- 6	- 5	- 7

De karakteristieke geluidswering van de uitwendige scheidingsconstructie $G_{A,k}$ wordt bij woningen berekend door de geluidswering G_A te normeren op een "vertrekdiepte" van 3,0 m.

De bij de berekeningsmethode behorende formules zijn:

Karakteristieke geluidswering $G_{A,k}$ [dB(A)]; het verblijfsgebied bestaat uit meerdere ruimten:

$$(1) \quad G_{A,k} = -10 \cdot \log \left[\sum_{j=1}^m \left(\frac{55,3 \cdot V_j}{c \cdot T_o \cdot S_{u,tot}} \cdot 10^{-G_{A,j}/10} \right) \right]$$

waarin:

- V_j : volume van de verblijfsruimte j [m³];
 c : snelheid van het geluid in lucht ($c = 331,8$ m/s);
 T_o : referentienagalmtijd ($T_o = 0,5$ s voor woningen);

- $S_{u,tot}$: oppervlak van de totale uitwendige scheidingsconstructie van het gehele verblijfsgebied [m^2];
 $G_{A,j}$: geluidswering van de uitwendige scheidingsconstructie van verblijfsruimte j [dB(A)];
 m : aantal verblijfsruimten waaruit het verblijfsgebied bestaat [-].

Indien een deelruimte niet aan de uitwendige scheidingsconstructie grenst van het betreffende verblijfsgebied en de waarde $G_{A,j}$ van deze ruimte minimaal 10 dB(A) hoger is dan van de ruimten die wel aan de uitwendige scheidingsconstructie grenzen, behoeft deze deelruimte in de sommatie niet te worden meegenomen.

Karakteristieke geluidswering $G_{A,k}$ [dB(A)]; het verblijfsgebied bestaat uit één ruimte:

$$(2) \quad G_{A,k} = G_A - 10 \cdot \log \left(\frac{55,3 \cdot V}{c \cdot T_o \cdot S_{u,r}} \right)$$

waarin:

- G_A : geluidswering van het verblijfsgebied [dB(A)];
 V : volume van het verblijfsgebied [m^3];
 c : snelheid van het geluid ($c = 331,8$ m/s);
 T_o : referentienagalmtijd ($T_o = 0,5$ s. voor woningen);
 $S_{u,r}$: oppervlakte van de uitwendige scheidingsconstructie van de verblijfsruimte [m^2].

De geluidswering G_A [dB(A)]:

$$(3) \quad G_A = L_{bu,A} - L_{bin,A}$$

waarin:

- $L_{bu,A}$: A-gewogen geluidsbelasting van de gevel [dB(A)];
 $L_{bin,A}$: A-gewogen geluidsniveau in de verblijfsruimte [dB(A)].

Vanwege afscherming en beperkte zichthoek ondervinden in een aantal gevallen niet alle delen van de uitwendige scheidingsconstructie bij een verblijfsgebied of verblijfsruimte dezelfde geluidsbelasting. Het verschil tussen de algemeen aangehouden geluidsbelasting en de geluidsbelasting van één bepaald element, wordt dan onder " C_L " bij het betreffende element in de berekening opgenomen.

Voor de verschillende elementen waaruit de uitwendige scheidingsconstructie is opgebouwd, wordt de bijdrage aan het partiële binnenniveau, per oktaafband, bepaald volgens:

$$(4) \quad L_{\text{bin},j,i} = L_{\text{bu},j,i} + 3 - R_{j,i} + 10 \cdot \log \left(\frac{S_j}{A_i} \right) + C_{\text{L div}}.$$

waarin:

- $L_{\text{bin},j,i}$: partiële geluidsniveau binnen in de ruimte per element j , per oktaafband i [dB];
- $L_{\text{bu},j,i}$: geluidsbelasting van gevelelement j , per oktaafband i [dB(A)];
- 3 : verschil tussen laboratoriummetingen en de werkelijke gebruikssituatie [dB];
- $R_{j,i}$: geluidsisolatie van element j [dB];
- S_j : oppervlak van het betreffende element j [m²];
- A_i : geluidsabsorptie in oktaafband i volgens Sabine [m² open raam];
- C_{L} : correctie vanwege verschil in geluidsbelasting van gevelelementen [dB(A)].

4.2

Suskasten en ventilatieroosters

Bij suskasten en ventilatieroosters wordt de isolatiewaarde $D_{\text{n,e,lab}}$ gehanteerd. Om tot het genormeerde geluidsniveau verschil in de te bouwen situatie te komen wordt het geluidsniveauverschil verminderd met twee geluidsveld-correctiefactoren, C_{positie} en C_{elevatie} . Daarnaast wordt een veiligheidsmarge C_{veilig} toegepast. De berekening van het genormeerde geluidsniveauverschil van dit element, per octaafband, luidt dan:

$$(5) \quad D_{\text{n,s}} = D_{\text{n,e,lab}} - 10 \cdot \log \frac{l_v}{l_{\text{lab}}} - C_{\text{positie}} - C_{\text{elevatie}} - C_{\text{veilig}}$$

waarin :

- $D_{\text{n,e,lab}}$: het genormeerde geluidsniveauverschil van de suskast of rooster met een lengte l_{lab} (meestal 1 m) of van kleine ventilatie-openingen per stuk [dB];
- l_v : lengte van suskast of rooster [m];
- l_{lab} : referentielengte van suskast of rooster [1 m];
- C_{positie} : correctiefactor welke rekening houdt met interferentie met dichtbijgelegen reflectievlakken aan de binnenzijde van de verblijfsruimte [dB] (frequentie-afhankelijk, waarden tussen 0 dB en circa 4 dB);
- C_{elevatie} : geluidsveldcorrectie van de suskast of rooster ten gevolge van de richtingsgevoeligheid voor invallend geluid [dB] (waarden tussen 1,5 dB en 5,5 dB);
- C_{veilig} : veiligheidsmarge, waarvoor 1,5 dB voor elke octaafband kan worden aangehouden.

De totale invloed van bovengenoemde correcties is onder C_{div} in de bijlagen opgenomen. Ook de invloed van een eventuele tussenruimte is in deze term opgenomen. Opgemerkt wordt dat deze term derhalve zowel positief als negatief kan zijn.

In deze rapportage wordt het op wegverkeergeluidsspectrum genormeerde geluidsniveaoverschil $D_{n,e,Air}$ [dB(A)] gehanteerd voor het beschrijven van de akoestische prestaties van de ventilatievoorziening.

De geluidsisolatie van suskasten wordt soms nog uitgedrukt in de geluidsisolatie $R_{q,A}$. Deze kan worden berekend uit het genormeerde geluidsniveaoverschil $D_{n,e,lab}$ en de ventilatiecapaciteit q_v .

4.3

Kier- en naaddichting

In een gevel die is opgebouwd uit verschillende delen komen spleten (naden en/of kieren) voor. Naden zijn aansluitingen tussen vaste delen, kieren zijn aansluitingen tussen bewegende delen. De aanwezigheid van dergelijke spleten is van invloed op de geluidswering van de gevel.

Voor de geluidswering van kieren wordt uitgegaan van een geluidsisolatiewaarde per meter kierlengte en 1 m² absorptie. Bij de berekening van de geluidswering van de gehele gevel moet de totale lengte van de kieren in rekening worden gebracht. Het partiële geluidsniveau wordt berekend volgens:

$$(6) \quad L_{hin,j,i} = L_{hu,j,i} + 3 - R_{k,i} + 10 \cdot \log\left(\frac{l_k}{A_i}\right) \quad .$$

waarin:

- $L_{bu,j,i}$: geluidsbelasting van gevelelement j , per oktaafband i [dB(A)];
- $R_{k,i}$: luchtgeluidsisolatie van de kierdichting in oktaafband i [dB];
- l_k : totale lengte van kieren van draaiende delen in de ruimte [m];
- A_i : geluidsabsorptie in oktaafband i volgens Sabine [m² open raam].

Voor naden en beglazingsranden wordt op analoge wijze het partiële geluidsniveau berekend.

5 Geluidswerende voorzieningen aan de gevel

5.1 Inleiding

Voor de verblijfsgebieden grenzend aan de geluidsbelaste gevels langs de Boterdijk is de vereiste karakteristieke geluidswering $G_{A,k}$ van de uitwendige scheidingsconstructie gelijk aan het verschil tussen de geluidsbelasting en 33 dB. De maximaal vereiste geluidswering bedraagt bij de gevel langs de Boterdijk $G_{A,k} = 26 \text{ dB(A)}$.

Bij de achtergevels van woningen wordt de voorkeursgrenswaarde niet overschreden en zijn geen speciale geluidswerende voorzieningen nodig.

5.2 Kier- en naaddichting

Uitgegaan is van de volgende waarden voor de kierkwaliteit van de kieren, naden en de beglazingsranden bij de geluidsbelaste gevels:

- kieren : $R_{s,Atr} = 35 \text{ dB(A)}$, enkele kierdichting (schuif)deuren;
 $R_{s,Atr} = 40 \text{ dB(A)}$, enkele kierdichting ramen;
- naden : $R_{s,Atr} = 51 \text{ dB(A)}$, schuimband met kitvoeg;
- beglazingsrand: $R_{s,Atr} = 55 \text{ dB(A)}$, schuimband met topafdichting.

Om hieraan te voldoen zijn de volgende maatregelen nodig:

Voorwaarden voor de goede enkele kierdichting bij draaiende delen:

Het aanbrengen van flexibel blijvende kierdichtingsprofielen rondom de ramen en deuren. Kierdichting middels buisprofielen die in gesloten toestand voldoende worden ingedrukt. Om een goede, blijvende kierdichting te verkrijgen is het nodig om meerpunts knevelsluitingen aan te brengen. Bij de schuivende delen is een 'Finseal' afdichting nodig.

Voorwaarden voor de naaddichting:

Het afdichten van naden met een duurzame elastisch blijvende kitsoort (bij voorkeur op siliconenbasis). Bij een naadbreedte groter dan 5 mm verdient in verband met de kitdosering, een rugvulling de voorkeur. Als rugvulling kan comprimeerbaar, opencellige kunststofschuimband of een profiel worden aangebracht (de opencellige schuimband is op zich niet geluidsdicht).

5.3 Ventilatie

In de gevel worden voorzieningen opgenomen ten behoeve van natuurlijke toetreding van ventilatielucht. Dit betreft roosters of (in de geluidsbelaste gevels) suskasten.

5.4 Voorzieningen per verblijfsgebied

In tabel III is voor de verschillende verblijfsruimten aan de geluidsbelaste gevels de benodigde opbouw van de uitwendige scheidingsconstructie vermeld. Bij de berekening zijn de verblijfsruimten als afzonderlijke verblijfsgebieden beschouwd. De betekenis van de kleine letters is vermeld na de tabel. De genoemde opbouw van de gevel heeft betrekking op de, naar de Boterdijk toegekeerde, voorgevel van de woningen.

In de laatste kolom van de tabel wordt verwezen naar de bijlage met berekeningsresultaten.

tabel III *gevelopbouw van de geluidsbelaste gevels*

verblijfsruimte	geveldelen					berekening in bijlage
	kier- dichting	dichte gevel	beglazing	dak- constructie	ventilatie (lengte)	
woningtype A						
woonk./keuken 0.1 A1 (b.g.)	a	b1/b3	c1	-	s36 (1,8 m)	B1
woonk./keuken 0.1 A2 (b.g.)	a	b1/b3	c1	-	s36 (1,8 m)	zie B1
slaapkamer 0.3 zijgevel A1 (b.g.)	a	b1/b3	c1		s30 (0,8 m)	B2
slaapkamer 0.3 zijgevel A2 (b.g.)	a	b1/b3	c1		s30 (0,8 m)	zie B2
woonk./keuken A3 (1° v.)	a	b1/b2/b3	c1	d1/d2	s36 (1,8 m)	B3
woonk./keuken A4 (1° v.)	a	b1/b2/b3	c1	d1/d2	s36 (1,8 m)	zie B3
slaapkamer 0.3 zijgevel A1 (1° v.)	a	b1/b2/b3	c1	d1/d2	s30 (0,8 m)	B4
slaapkamer 0.3 zijgevel A2 (1° v.)	a	b1/b2/b3	c1	d1/d2	s30 (0,8 m)	zie B4

verblijfsruimte	geveldelen					berekening in bijlage
	kier- dichting	dichte gevel	beglazing	dak- constructie	ventilatie (lengte)	
woningtype B						
woonk./keuken B1 (b.g.)	a	b1/b3	c1	-	s33 (1,8 m)	zie B5
woonk./keuken B2 (b.g.)	a	b1/b3	c1	-	s33 (1,8 m)	B5
slaapkamer 1.2 B1 (1 ^o v.)	a	b1/b2/b3	c1	d1/d2	s36 (1,0 m)	zie B6
slaapkamer 1.2 B2 (1 ^o v.)	a	b1/b2/b3	c1	d1/d2	s36 (1,0 m)	B6
slaapkamer 1.3 B1 (2 ^o v.)	a	b1	c1	-	s36 (1,0 m)	zie B7
slaapkamer 1.3 B2 (2 ^o v.)	a	b1	c1	-	s36 (1,0 m)	B7
woningtype C						
woonk./k. C1,3,5 (b.g.)	a	b1	c1	-	s33 (1,8 m)	B8
woonk./k. C2,4 (b.g.)	a	b1	c1	-	s33 (1,8 m)	zie B8
slaapkamer C1,3,5 (1 ^o v.)	a	b1	c1	d1	s36 (1,8 m)	B9
slaapkamer C2,4 (1 ^o v.)	a	b1	c1	d1	s33 (2,0 m)	B10
woningtype D						
woonk./keuken (b.g.)	a	b1	c2	-	s36 (1,8 m)	B11
slaapkamer 1.1 (1 ^o v.)	a	b1	c2	-	s36 (1,1 m)	B12
slaapkamer 1.5 (1 ^o v.)	a	b1	c2	d1	s36 (1,1 m) via zijgevel	zie B13
slaapkamer 1.7 (1 ^o v.)	-	b1	c2	d1	s36 (1,1 m) via zijgevel	B13

verblijfsruimte	geveldelen					berekening in bijlage
	kier- dichting	dichte gevel	beglazing	dak- constructie	ventilatie (lengte)	
woningtype E						
woonk./keuken E1 (b.g.)	a	b1/b3	c2	-	s36 (1,8 m)	B14
woonk./keuken E2 (b.g.)	a	b1/b3	c2	-	s36 (1,8 m)	zie B14
slaapk. 1.2 E1/E2 (1 ^e v.)	a	b1	c2	-	s36 (1,0 m)	B15
slaapk. 1.3 E1/E2 (1 ^e v.)	a	b1/b2/b3	c2	-	s39 (0,7 m)	B16
slaapk. 1.4 E1/E2 (1 ^e v.)	a	b1/b2/b3	c2	-	s30 (0,7 m)	B17

Kier- en naaddichting

a: goede enkele kierdichting, zie paragraaf 5.2.

Dichte gevel

b1: metselwerk spouwmuur, $R_A \geq 51$ dB(A), totale massa ≥ 380 kg/m²;

b2: muur met steenachtig binnenspouwblad en buitenzijde paneelafwerking of pannen, $R_A \geq 46$ dB(A), massa steenachtig binnenspouwblad massa ≥ 200 kg/m²;

b3: spouwconstructie met $R_A \geq 33$ dB(A), houtskelet binnenblad met dubbele gipskartonplaat en 140 mm minerale wol, aan buitenzijde een beplating of pannen, totale massa ≥ 40 kg/m².

Beglazing

c1: beglazing met een $R_A \geq 28$ dB(A), bijvoorbeeld standaard dubbel glas 4-16-6 mm;

c2: beglazing met een $R_A \geq 32$ dB(A), bijvoorbeeld geluidsisolerend dubbel glas 6-20-8 mm.

Dakconstructie

d1: pannendak met $R_A \geq 31$ dB(A), bijvoorbeeld met zelfdragende dakdoos met minerale wol.

d2: plat dak met $R_A \geq 43$ dB(A), totale massa ≥ 200 kg/m².

Ventilatie

s30: suskasten met een minimale $D_{ne,A,tr} \geq 30$ dB(A), aangehouden lengte vlgs tabel III;

s33: suskasten met een minimale $D_{ne,A,tr} \geq 33$ dB(A), aangehouden lengte vlgs tabel III;

s36: suskasten met een minimale $D_{ne,A,tr} \geq 36$ dB(A), aangehouden lengte vlgs tabel III;

s39: suskasten met een minimale $D_{ne,A,tr} \geq 39$ dB(A), aangehouden lengte vlgs tabel III.

Aan de hand van het overzicht in bijlage C kan het concrete type suskast of rooster worden geselecteerd. Bij de selectie wordt uitgegaan van het benodigde ventilatiedebiet q_v . Nadat men de benodigde ventilatiecapaciteit van het rooster of suskast heeft bepaald, kan men bij de betreffende geluidscategorie (aangegeven $D_{ne,A,tr}$ -waarde) een geschikte suskast selecteren. De vermelde demping van de suskasten is afhankelijk van de toegepaste lengte. Indien de toegepaste lengte verdubbeld, moet een 3 dB zwaarder suskast worden gekozen. Bij de halve lengte kan een 3 dB lichtere suskast worden toegepast.

6 Conclusie

De voorgevels van de woningen langs de Boterdijk ondervinden door het wegverkeer een hogere geluidsbelasting dan de voorkeursgrenswaarde. De hoogste geluidsbelasting (voor aftrek ex. art.110g van de Wet Geluidhinder) bedraagt 59 dB. De vereiste karakteristieke geluidswering van de gevel bedraagt dus maximaal $G_{A,k} = 26$ dB(A).

De benodigde geluidswerende voorzieningen bestaan uit:

- goede kier- en naaddichting;
- verzwaard isolatieglas met een iets betere geluidsisolatie dan standaard bij de woningtypen D en E;
- suskasten als ventilatie-voorziening met name in voorgevels.

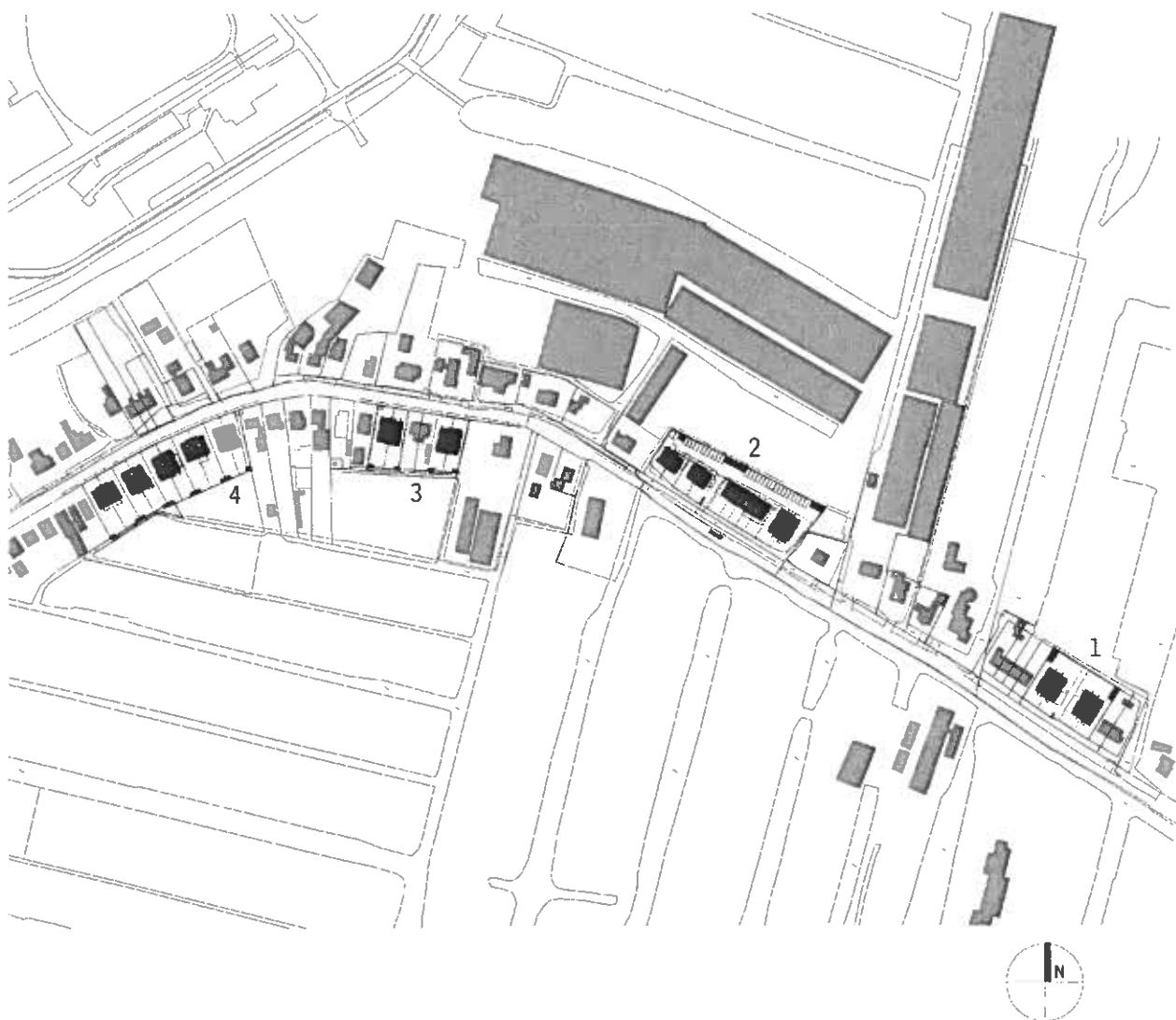
Voor een gedetailleerd overzicht van de geluidswerende voorzieningen per ruimte en gevel wordt verwezen naar hoofdstuk 5.

7 LITERATUUR

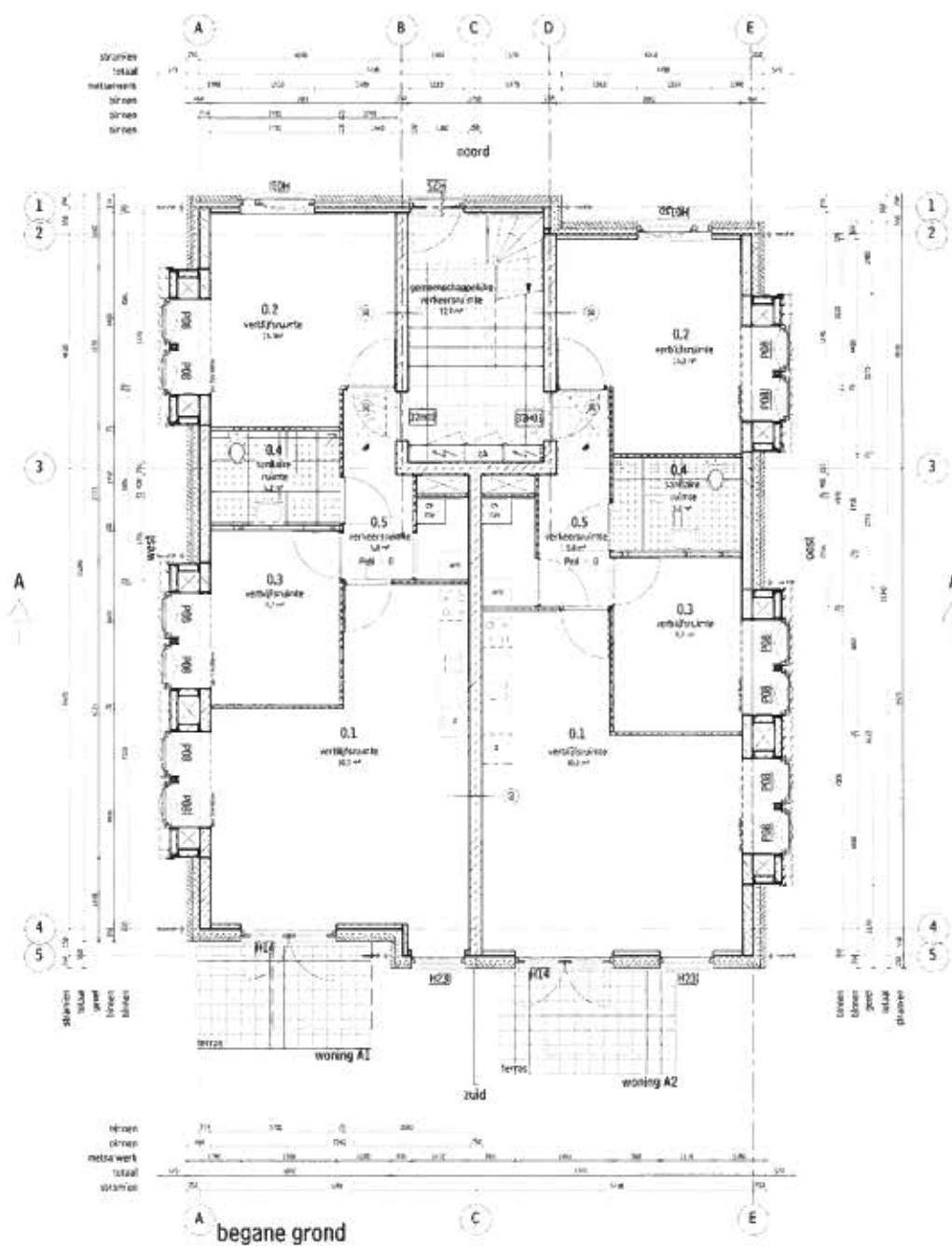
- [1] NPR 5272 "*Geluidwering in gebouwen- Aanwijzingen voor de toepassing van het rekenvoorschrift voor de geluidwering van gevels op basis van NEN-EN 12354-3*", Nederlands Normalisatie Instituut, januari 2003;
- [2] *Bouwbesluit 2003*, zoals deze luidt na de wijzigingen tot en met de publicatie in Staatsblad 2005.417, 2002, gepubliceerd 25 augustus 2005;
- [3] NEN 5077:2001/C1:2005, "*Geluidwering in gebouwen*", Nederlands Normalisatie-Instituut, december 2005, inclusief wijzigingsblad C1.

BIJLAGE A

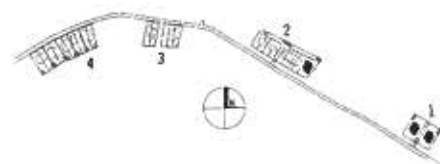
Figuren



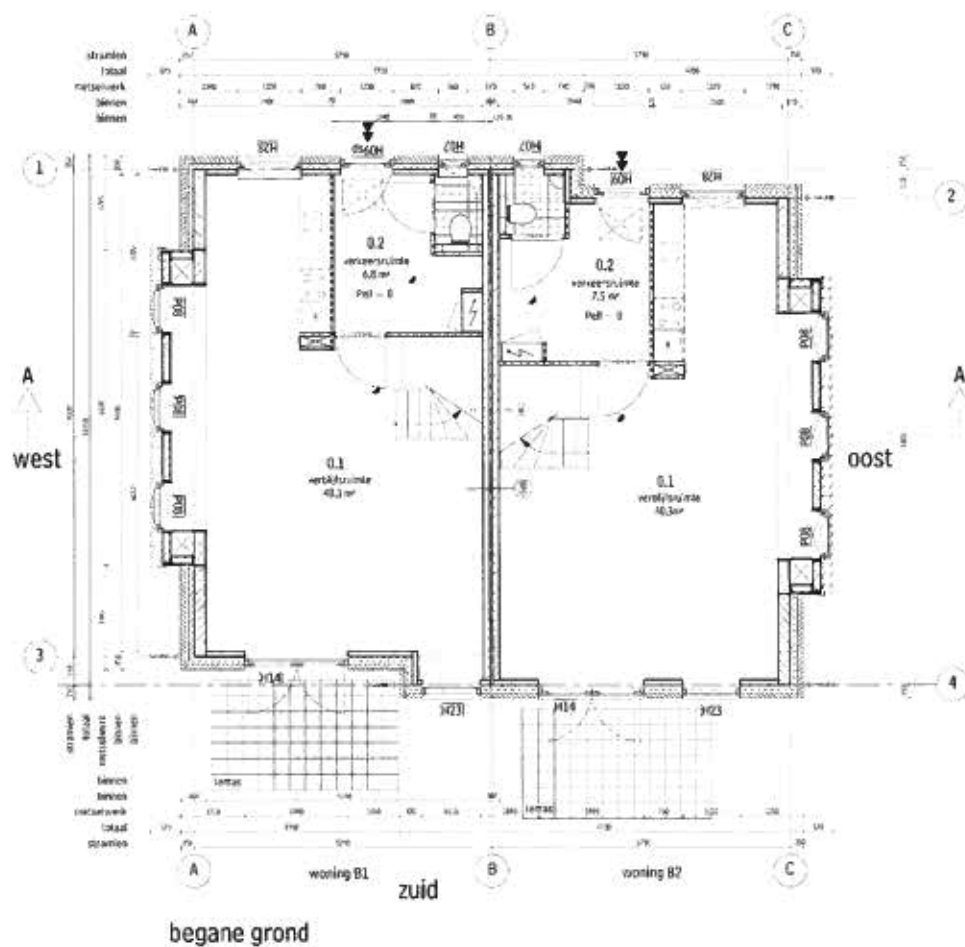
figuur 1 situering nieuwbouwwoningen



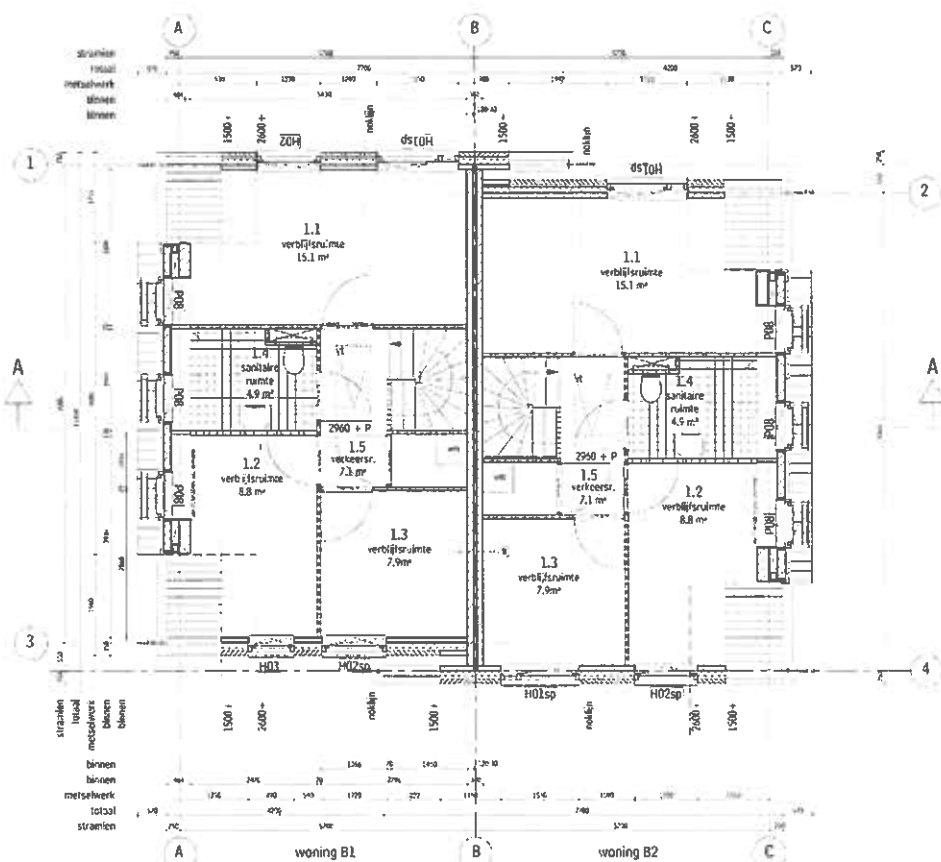
figuur 2 plattegrond begane grond woningtype A



figuur 3 plattegrond 1^o verdieping woningtype A

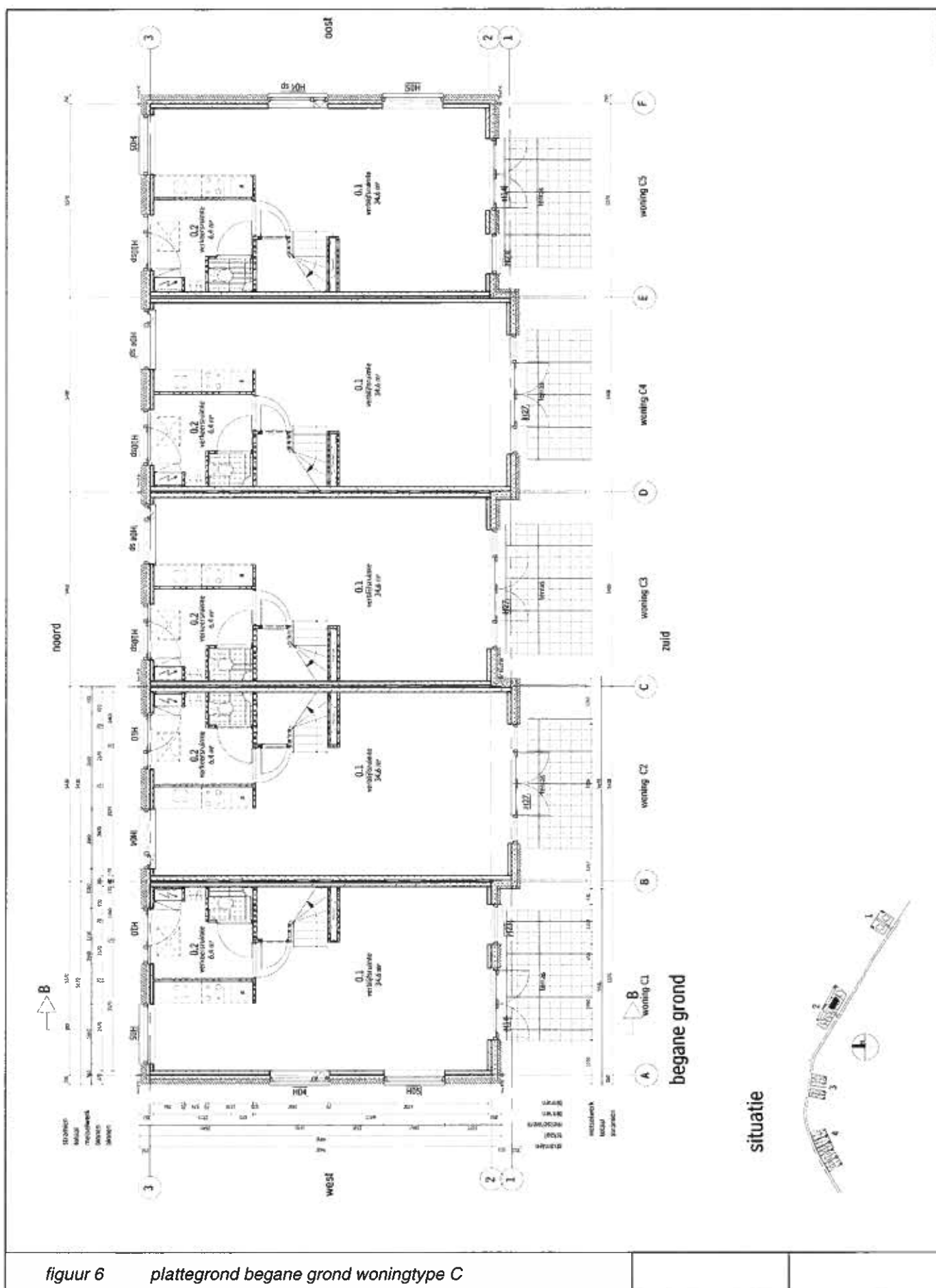


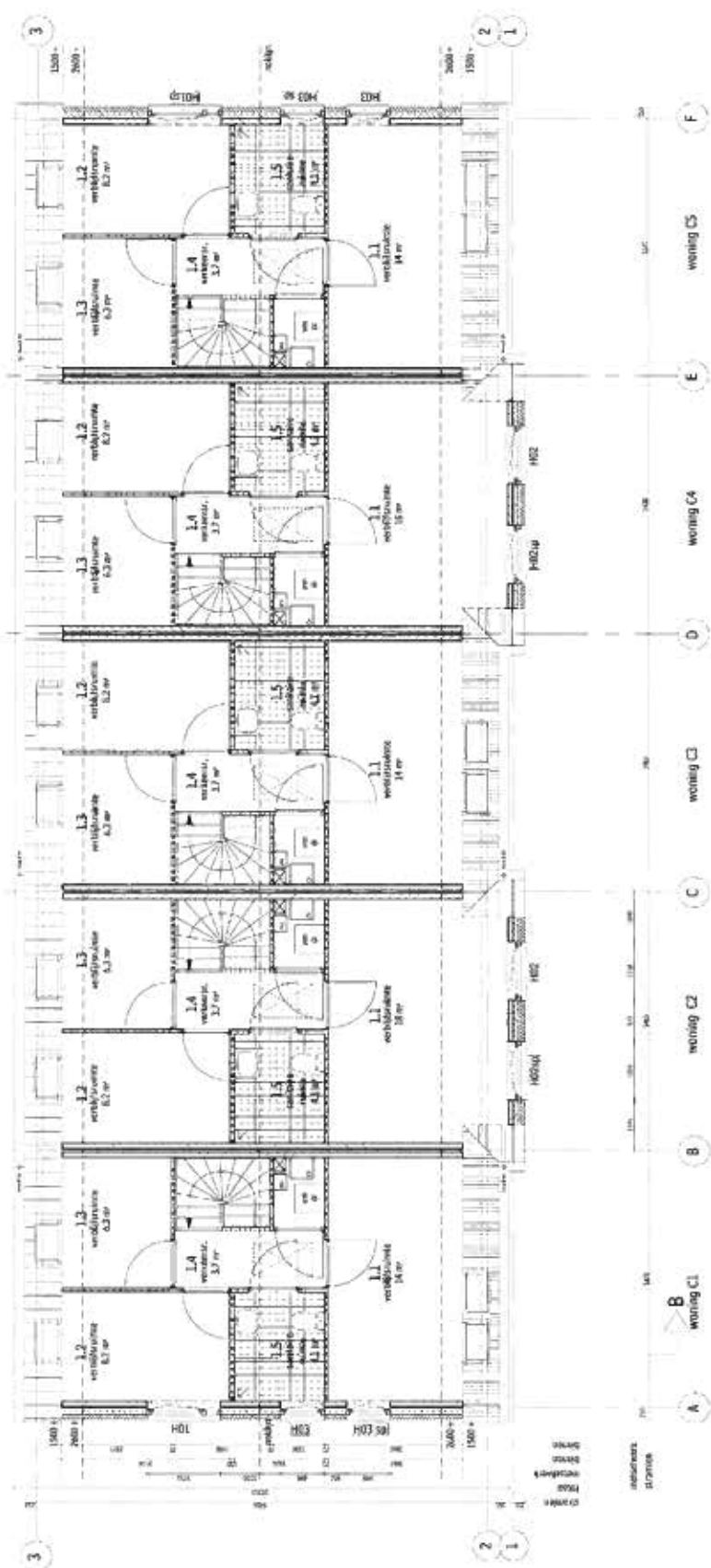
figuur 4 plattegronden begane grond woningtype B



situatie

figuur 5 plattegrond 1^o verdieping woningtype B



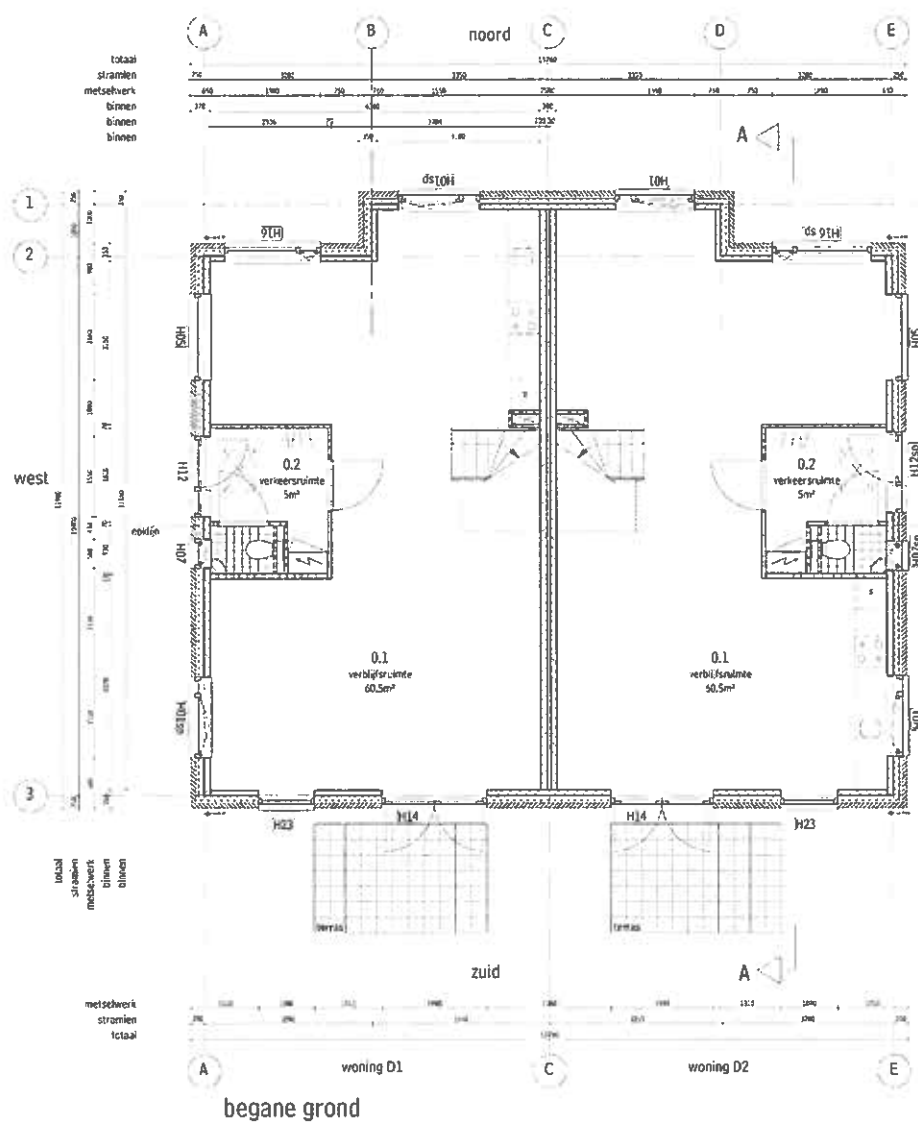


eerste verdieping

situatie



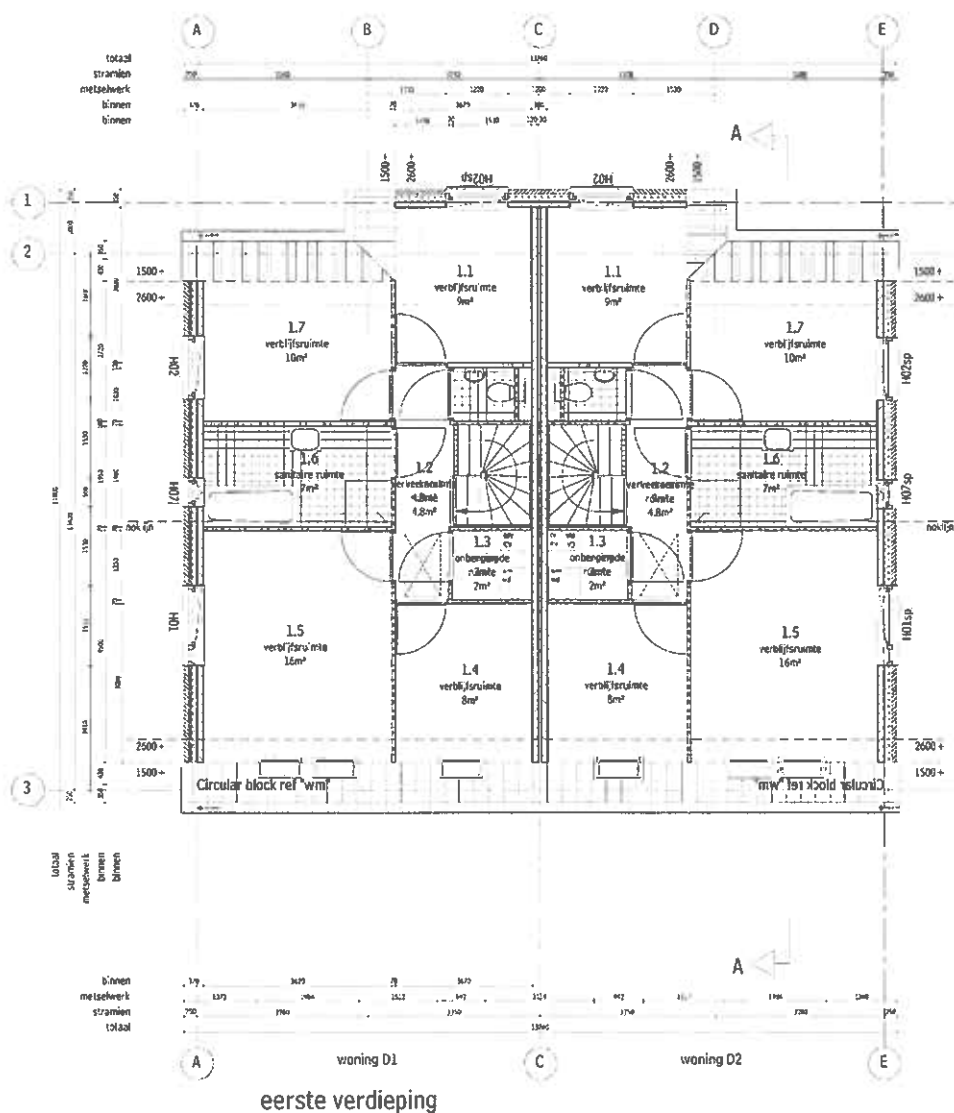
figuur 7 plattegrond 1^o verdieping woningtype C



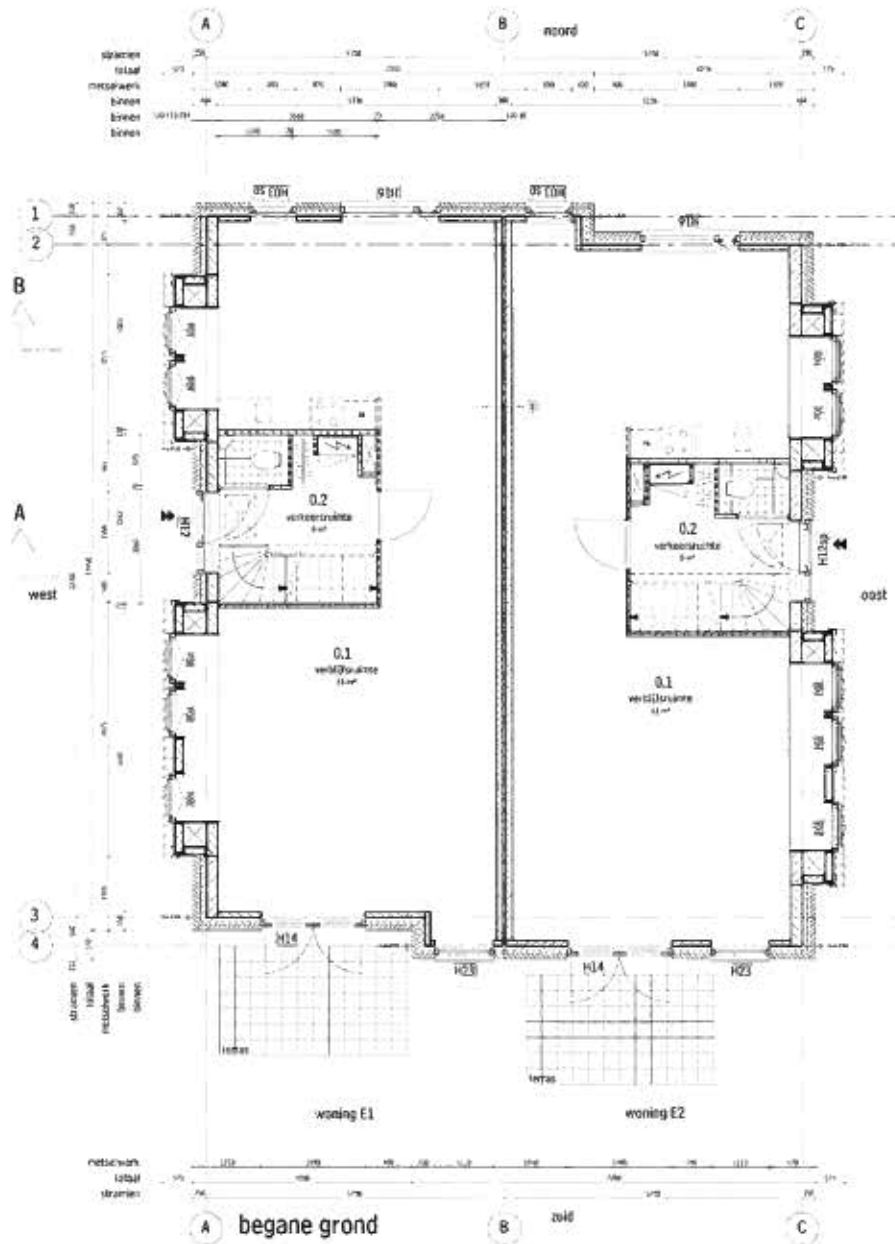
situatie



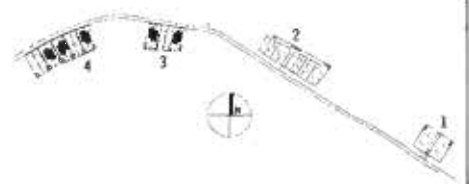
figuur 8 plattegrond begane grond woningtype D



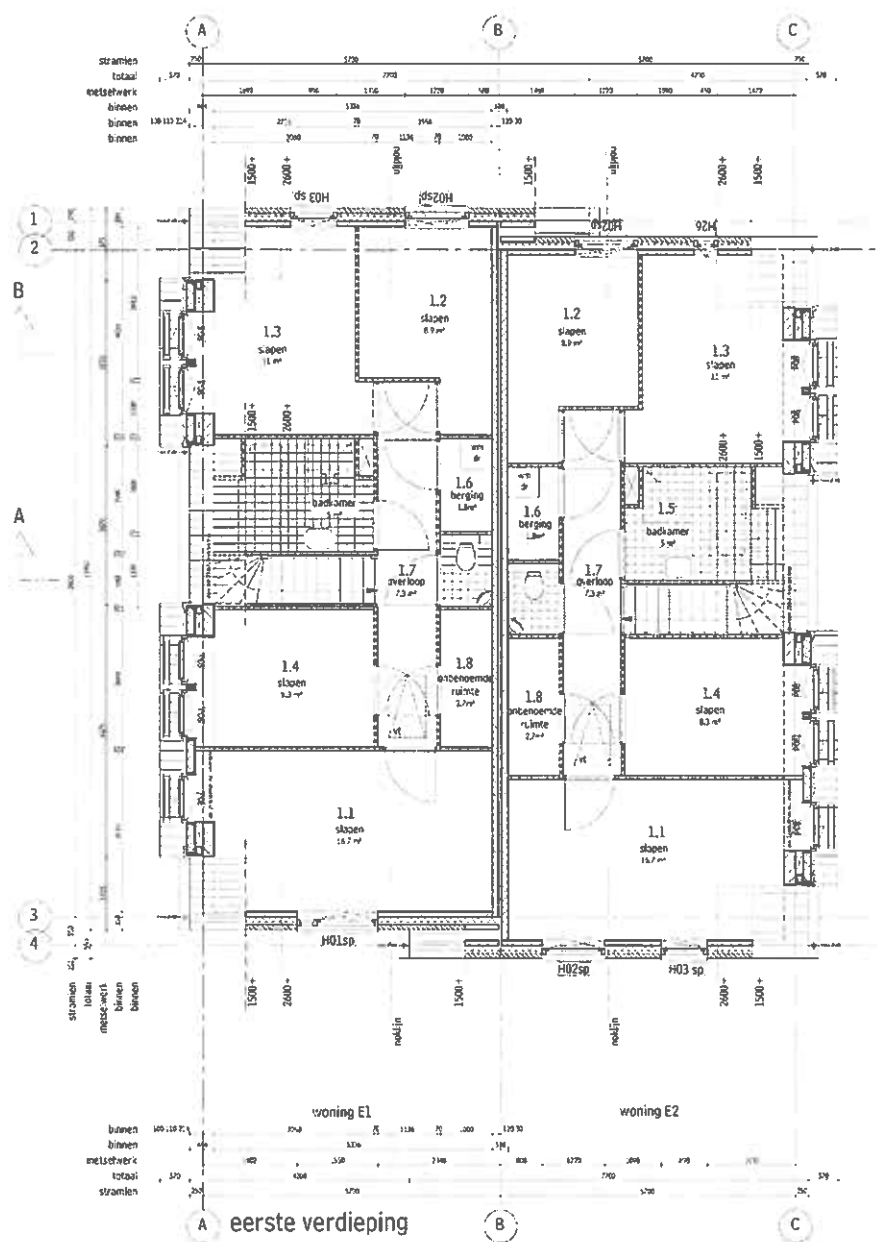
figuur 9 plattegrond verdieping woningtype D



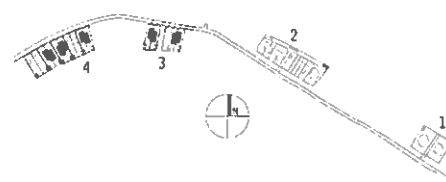
situatie



figuur 10 plattegrond begane grond woningtype E



situatie



figuur 11 plattegrond verdieping woningtype E

BIJLAGE B

Geluidsweringsberekeningen

(conform rekenmethode NPR 5272:2003)

OPBOUW UIT WENIG SCHEIDINGSCONTRACTIE

total bid price

total bridge age	23.9
------------------	------

[illegible]

Oktavband [Hz]	125	250	500	1000	2000
Innenraum $L_{\text{eq}} - G_{\text{A}}$	23,2	27,0	23,8	21,8	18,3
Resultierende geläuswerung G_{A}	21,0	21,2	28,4	31,4	32,9
Resultierende geläuswerung G_{A}	18,8	19,0	26,2	29,2	30,7
					25,3

version 3.10

BEREKENING KARAKTERISTIEKE GELUIDSWERING $G_{A,k}$
(conform rekenmethode NPR 5272:2003)

Volume V	78.8 m ³	geluidsbelasting $L_{A,n}$	52 dB
Volume V	9.7 m ³	Sortie	wegenerislawaa (NEN 5077)
oppervlakte S_p	14.4 m ²	Corridor	0 dB
oppervlakte S_p	5.5 m ²	G _{1,n} vereist	20 dB(A)
oppervlakte S_p	0.5 m ²	G _{2,n} vereist	
Referentiegeluid T_{ref}	0.5 s		

Constructie onderdeel	R_f, D_{eq} [kN(A)]	Commentaar	S [m ²]	$L_{eq,th}$ [m]	C_k [dB]	$\Delta L_{r,c}$ [dB]	$L_{p,r}$ [dB(A)]
MUUR, MIN WOL 380 kg/m ²	51,1	meis diewrk voorgeval	-	-	-	-	-
GLAS DUBBEL 4-16-6 mm	28,2	beglazing voorgeval	-	-	-	-	-
MUUR, MIN WOL 380 kg/m ²	51,1	meis diewrk zijgeval	8,37	-	-	-	-1,1
GLAS DUBBEL 4-16-6 mm	28,2	beglazing zijgeval	2,52	-	-	-	16,7
SPouwWONSTR 40 kg/m ²	33,0	paneel zijgeval	3,46	-	-	-0,0	13,2

entité	29.7	0.8	-2.2	22.3
oculaire/visuel				
audal/auditif				

[illegible]

Octaveband [Hz]	125	250	500	1000	2000	dB(A)
Inneniveau $L_{\text{eq},n} - G_{n,n}$	18,4	20,8	21,0	20,0	16,1	26,6
Resultierende gelladung G_n	22,2	23,9	27,6	29,6	31,5	28,0
Resultierende gelladung $G_{n,n}$	19,6	21,2	25,0	27,0	28,9	25,4

Hertelingswaarde C ₁		Hertelingswaarde C ₂		Hertelingswaarde C ₃		Hertelingswaarde C ₄		Hertelingswaarde C ₅		Hertelingswaarde C ₆															
Oceafland [Hz]		Oceafland [Hz]		Oceafland [Hz]		Oceafland [Hz]		Oceafland [Hz]		Oceafland [Hz]															
weg		weg		weg		weg		weg		weg															
125	250	500	1000	2000	125	250	500	1000	2000	125	250	500	1000	2000											
-14,0	-10,0	-6,0	-5,0	-7,0	-14,0	-10,0	-6,0	-5,0	-7,0	-14,0	-10,0	-6,0	-5,0	-7,0											
geluidswaarde tussenlucht, G _A (dB(A))																									
zie ook bijlage																									
geluidssoortswaarden per oceafland [Hz]																									
code		code		code		code		code		code		code		code											
125	250	500	1000	2000	125	250	500	1000	2000	125	250	500	1000	2000											
ms3	41,0	46,0	52,0	59,0	64,0	41,0	46,0	52,0	59,0	64,0	41,0	46,0	52,0	59,0	64,0										
g04166	22,0	31,0	38,0	39,0	g04166	22,0	31,0	38,0	39,0	g04166	22,0	31,0	38,0	39,0	g04166	22,0	31,0	38,0	39,0						
ms3	41,0	46,0	52,0	59,0	64,0	ms3	41,0	46,0	52,0	59,0	64,0	ms3	41,0	46,0	52,0	59,0	64,0	ms3	41,0	46,0	52,0	59,0	64,0		
g04166	22,0	20,0	31,0	38,0	39,0	g04166	22,0	20,0	31,0	38,0	39,0	g04166	22,0	20,0	31,0	38,0	39,0	g04166	22,0	20,0	31,0	38,0	39,0		
b0c	21,0	30,0	37,0	41,0	44,0	b0c	21,0	30,0	37,0	41,0	44,0	b0c	21,0	30,0	37,0	41,0	44,0	b0c	21,0	30,0	37,0	41,0	44,0		
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0																						

version 3.10

BIJLAGE B3

BEREKENING KARAKTERISTIEKE GELUIDSWERING G_{Ak}
 (conform rekenmethode NPR 5272:2003)

Situatie : Nieuwbouw Beterdijk te De Kwakel
 Verleigedebied : woonkamer / keuken type A, A3 te verd.
 Verleigedebied : woonkamer / keuken type A, A3 te verd.

Volume V : 81,8 m³ geluidsbelasting $L_{p,n}$ 56 dB
 Vloeroppervlakte S : 30,3 m² soortgeluid
 Oppervlakte schiedingsconstr. S_w : 14,59 m² Correlatie
 Volume/opp. uwb. schied.constr. : 5,6 m³ G_{A1} vereist 0 dB
 Referentietijd T_R : 0,5 s G_{A1} vereist 23 dB(A)

OPBOUW UIT WENKKE SCHEDINGSCONSTR. RUCITIE

Constructieonderdeel	R_w/D_w [dB(A)]	Commentaar	S [m ²]	$L_{w,w}$ [m]	C_L [dB]	$\Delta L_{n,w}$ [dB]	$L_{n,w}$ [dB(A)]
MUUR MIN WOL 380 kg/m ²	51,1	meis elwark voorgewel	7,88			0,0	2,5
GLAS DUBBEL 4-16-6 mm	28,2	beglazing voorgewel	4,68				23,2
HELLEND DAK, zeldr. doosconstr., min wol 19-25 kg/m ³	31,6	hellend dak zigewel	4,79		4,0		15,8
GLAS DUBBEL 4-16-6 mm	28,2	beglazing zigewel	2,52		4,0	-0,0	16,5
SPOUWCONSTR. 40 kg/m ²	33,0	paneel borstwering zigewel	3,02		4,0		12,4
MUUR MIN WOL 200 kg/m ²	46,4	meis elwark paneel zigewel	2,70		4,0		-1,4
SPOUWCONSTR. 40 kg/m ²	33,0	vooraanzicht kap zigewel	2,03				14,7
PLATDAK: 300 mm lichtbeton, ca 200 kg/m ²	43,0	plat dak	4,58		5,0		3,3
Totaal bijdrage							25,3

Ventilatie
 zuigkast met goede demping $D_{n,ext} = 36$ dB(A)

Totaal bijdrage	35,7	var	1,8			-2,7	24,2
Klar. en raadsdiching	40,3	kieren draalkraam zigewel	8,6		4,0		9,6
kozijn-steen, schuimbond + aldeklat	49,8	naden voor- en zigewel	22,7			-0,0	8,4
schuimbond met opalidiching	55,0	beglazingranden voor- en zigewel	19,8				2,4
deuren met dubbele aanslag rondom	40,7	kieren draalkraam voorgewel	10,3			-0,0	14,1
Totaal bijdrage			0,0				16,4

OVERZICHT RESULTATEN

Octaafband [Hz]	125	250	500	1000	2000	G_{Ak} [dB(A)]
Binnenruimte $L_{w,w}$ - G_{A1}	24,4	25,4	24,1	22,4	18,7	30,8
Resultierende geluidswering G_{A1}	20,4	22,3	28,6	31,3	33,0	27,9
Resultierende geluidswering G_{A2}	17,6	19,6	25,9	28,6	30,3	25,2

Hertelingswaarde C_{w}
 Octaafband [Hz]

weg	125	250	500	1000	2000
	-14,0	-10,0	-6,0	-5,0	-7,0

geluidswering tussenruimte G_{A1} [dB(A)]

Octaafband [Hz]	125	250	500	1000	2000
zie ook bijlage	0	0	0	0	0

geluidsisolatiewaarden per octaafband [Hz]

code	125	250	500	1000	2000
ms3	41,0	46,0	52,0	59,0	64,0
g04166	22,0	20,0	31,0	38,0	38,0
dh6b	19,0	29,0	38,0	43,0	47,0
g04166	22,0	20,0	31,0	38,0	39,0
bp3c	21,0	30,0	37,0	41,0	44,0
ms5	36,0	42,0	47,0	53,0	60,0
bp3c	21,0	30,0	37,0	41,0	44,0
dp7	35,0	38,0	42,0	48,0	53,0
-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

s36

0,0 0,0 0,0 0,0 0,0

32,0 34,0 34,0 36,0 38,0

0,0 0,0 0,0 0,0 0,0

0,0 0,0 0,0 0,0 0,0

41,0 44,0 44,0 38,0 39,0

37,0 48,0 56,0 60,0 65,0

45,0 50,0 57,0 60,0 65,0

38,0 39,0 42,0 43,0 38,0

0,0 0,0 0,0 0,0 0,0

0,0 0,0 0,0 0,0 0,0

versie 3.10

BEREKENING KARAKTERISTIEKE GELUIDSWERING G_{A^*}
(conform rekenmethode NPR 5272:2003)

Nieuwbouw Boterdijk la De Kwakel
slaapkamer 0.3 type A, A3 te verd.
slaapkamer 0.3 type A, A3 te verd.

Receiving antenna C_1		Receiving antenna C_2	
Octalband [Hz]	dB(A)	Octalband [Hz]	dB(A)
0	-14,0	0	0
125	-10,0	125	0
250	-6,0	250	0
500	-5,0	500	0
1000	-5,0	1000	0
2000	-7,0	2000	0

Constructieonderdeel	$R_{f,D_{eq}}$ (dB(A))	Commentaar	S (m ²)	$L_{eq,h}$ (m)	C_k (dB)	$\Delta L_{r,k}$ (dB)	L_{eq} (dB(A))
	139,0						
	139,0						
	31,6		4,79		-	-	20,8
HELLEND DAK: zeldr. doorsconstr.; mn. wol: 19-25 kg/m ²	28,2	hellend dak zitgevel	2,52		-	-0,0	21,4
GLAS DUBBEL 4-16-6 mm	33,0	beglazing zitgevel	3,02		-	-0,0	17,4
SPOUWCONSTR. 40 kg/m ²	46,4	paneel borstwering zitgevel	2,70		-	-	3,5
MUUR: MN WOL 200 kg/m ² ; HSB binnenopendak		meiseldak/kepanen zitgevel			-	-	
	43,0	plat dak	4,58		1,0	-0,0	8,2
PLATDAK: 300 mm lichtbeton, ca 200 kg/m ²					-	-	
					-	-	
					-	-	
					-	-	
					-	-	

Verlatinge	25.7	0.8	-2.2	27.1
rooster/suskaat met lichte demping, DneAr = 30 dB(A)	vent			
casal bijzage				27.1

Octafrequenz [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
Ergebnisse	21,3	21,8	21,7	20,4	17,0	27,7
Ergebnisse	14,9	18,5	22,6	28,8	26,2	22,5
Ergebnisse	16,7	20,2	24,3	26,6	28,0	24,3

version 3.10

(conform rekenmethode NPR 5272:2003)

13,3 m ³	geluidsbelasting $L_{A,n}$	56 dB
8,8 m ⁴	Soort geluid	wegverkeerslawaai (NEN 5077)
6,6 m ²	Correctie	0 dB
3,5 m	G_A , vermist	23 dB(A)
0,5 s		

total budget 27.8

total bridge

[illegible]

Octaband [Hz]	125	250	500	1000	2000	dB(A)
Innenraum $L_{\text{Ouv}} - G_{\text{A}}$	25,7	26,3	24,7	23,6	19,1	31,5
Resultierende geläuswerung G_{A}	17,0	20,4	26,0	28,1	30,6	25,2
Resultierende geläuswerung G_{A}	16,3	19,7	25,7	27,4	29,9	24,5

version 3.10

BEREKENING KARAKTERISTIEKE GELUIDSWERING G_{Aik}
(conform rekenmethode NPR 5272:2003)

Volume V	91.7 m ³ gelutselbelasting L_{12}	55 dB
Vloerepuurvlak S	34.6 m ² Soort geluid	weg verkeer sluisvaart (NEN 5077)
Opp. onverdachte schiedingsconst. S_u	13.5 m ² Correctie	0 dB
Volumenopp. onverdachte schiedingsconst. S_{uv}	6.8 m ² G_{11} verstoel	22 dB(A)
Referentegemiddeld T_r	0.3 s	

Constructieonderdeel	$R_f D_{\infty}$ [dB(A)]	Commentaar	S [m ²]	L_{soak} [m]	C_L [dB]	AL_{1k} [dB]	L_{so} [dB(A)]
MUUR, MIN. VOL. 380 kg/m ²	51.1	in de werk	5.27		-	-0.7	
GLAS DUBBEL, 4-16-6 mm	28.2	beglazing	8.25		-	-0.0	24.1

Material	Frequency	Stiffness	Damping	Mass
Aluminum	100 Hz	100 N/m	0.01	0.1 kg
Steel	100 Hz	200 N/m	0.02	0.2 kg
Carbon Fiber	100 Hz	300 N/m	0.03	0.3 kg
Kevlar	100 Hz	150 N/m	0.015	0.15 kg
Fiberglass	100 Hz	120 N/m	0.012	0.12 kg
Concrete	100 Hz	500 N/m	0.05	0.5 kg
Brick	100 Hz	400 N/m	0.04	0.4 kg
Wood	100 Hz	80 N/m	0.008	0.08 kg
Plastic	100 Hz	60 N/m	0.006	0.06 kg
Glass	100 Hz	180 N/m	0.018	0.18 kg
Quartz	100 Hz	250 N/m	0.025	0.25 kg
Silicon	100 Hz	220 N/m	0.022	0.22 kg
Polycarbonate	100 Hz	90 N/m	0.009	0.09 kg
Acrylic	100 Hz	70 N/m	0.007	0.07 kg
Composites	100 Hz	110 N/m	0.011	0.11 kg
Carbon Fiber	100 Hz	300 N/m	0.03	0.3 kg
Kevlar	100 Hz	150 N/m	0.015	0.15 kg
Fiberglass	100 Hz	120 N/m	0.012	0.12 kg
Carbon Fiber	100 Hz	300 N/m	0.03	0.3 kg
Kevlar	100 Hz	150 N/m	0.015	0.15 kg
Fiberglass	100 Hz	120 N/m	0.012	0.12 kg
Carbon Fiber	100 Hz	300 N/m	0.03	0.3 kg
Kevlar	100 Hz	150 N/m	0.015	0.15 kg
Fiberglass	100 Hz	120 N/m	0.012	0.12 kg
Carbon Fiber	100 Hz	300 N/m	0.03	0.3 kg
Kevlar	100 Hz	150 N/m	0.015	0.15 kg
Fiberglass	100 Hz	120 N/m	0.012	0.12 kg
Carbon Fiber	100 Hz	300 N/m	0.03	0.3 kg
Kevlar	100 Hz	150 N/m	0.015	0.15 kg
Fiberglass	100 Hz	120 N/m	0.012	0.12 kg
Carbon Fiber	100 Hz	300 N/m	0.03	0.3 kg
Kevlar	100 Hz	150 N/m	0.015	0.15 kg
Fiberglass	100 Hz	120 N/m	0.012	0.12 kg
Carbon Fiber	100 Hz	300 N/m	0.03	0.3 kg
Kevlar	100 Hz	150 N/m	0.015	0.15 kg
Fiberglass	100 Hz	120 N/m	0.012	0.12 kg
Carbon Fiber	100 Hz	300 N/m	0.03	0.3 kg
Kevlar	100 Hz	150 N/m	0.015	0.15 kg
Fiberglass	100 Hz	120 N/m	0.012	0.12 kg
Carbon Fiber	100 Hz	300 N/m	0.03	0.3 kg
Kevlar	100 Hz	150 N/m	0.015	0.15 kg
Fiberglass	100 Hz	120 N/m	0.012	0.12 kg
Carbon Fiber	100 Hz	300 N/m	0.03	0.3 kg
Kevlar	100 Hz	150 N/m	0.015	0.15 kg
Fiberglass	100 Hz	120 N/m	0.012	0.12 kg
Carbon Fiber	100 Hz	300 N/m	0.03	0.3 kg
Kevlar	100 Hz	150 N/m	0.015	0.15 kg
Fiberglass	100 Hz	120 N/m	0.012	0.12 kg
Carbon Fiber	100 Hz	300 N/m	0.03	0.3 kg
Kevlar	100 Hz	150 N/m	0.015	0.15 kg
Fiberglass	100 Hz	120 N/m	0.012	0.12 kg
Carbon Fiber	100 Hz	300 N/m	0.03	0.3 kg
Kevlar	100 Hz	150 N/m	0.015	0.15 kg
Fiberglass	100 Hz	120 N/m	0.012	0.12 kg
Carbon Fiber	100 Hz	300 N/m	0.03	0.3 kg
Kevlar	100 Hz	150 N/m	0.015	0.15 kg
Fiberglass	100 Hz	120 N/m	0.012	0.12 kg
Carbon Fiber	100 Hz	300 N/m	0.03	0.3 kg
Kevlar	100 Hz	150 N/m	0.015	0.15 kg
Fiberglass	100 Hz	120 N/m	0.012	0.12 kg
Carbon Fiber	100 Hz	300 N/m	0.03	0.3 kg
Kevlar	100 Hz	150 N/m	0.015	0.15 kg
Fiberglass	100 Hz	120 N/m	0.012	0.12 kg
Carbon Fiber	100 Hz	300 N/m	0.03	0.3 kg
Kevlar	100 Hz	150 N/m	0.015	0.15 kg
Fiberglass	100 Hz	120 N/m	0.012	0.12 kg
Carbon Fiber	100 Hz	300 N/m	0.03	0.3 kg
Kevlar	100 Hz	150 N/m	0.015	0.15 kg
Fiberglass	100 Hz	120 N/m	0.012	0.12 kg
Carbon Fiber	100 Hz	300 N/m	0.03	0.3 kg
Kevlar	100 Hz	150 N/m		

Waar een mededeling	40,7	10,6	12,7
kleuren met dubbelaanslag rondom	40,8	11,6	4,0
naar zijn steen, schuinband + afdeklaai	55,0	23,4	1,8
schuinband met topdekking		0,0	
		0,0	
		0,0	
Totaal bijdrage		13,6	

Octaveband [Hz]	125	250	500	1000	2000	dB(A)
Binneniveau L ₉₀ - G ₉₀	22,8	27,2	25,4	23,7	19,6	31,4
Resultierende goldschwering G _A	21,8	21,3	27,2	29,9	32,0	27,1
Resultierende goldschwering G _A	18,2	17,8	23,6	26,3	28,4	23,6

version 3.10

(conform rekenmethode NPR 5272:2003)

OPBOUW UIT WENDIGE SCHEIDINGSCONSTRUCTIE

total bridge

total bid price

Oktavband [Hz]	125	250	500	1000	2000	dB(A)
Stimmniveau L_{Stim} - G_{St}	26,4	25,0	23,5	22,4	17,8	30,8
Resultierende geräuscherwartung G_{A}	15,0	20,3	25,8	27,9	30,5	24,5
Resultierende geräuscherwartung G_{A}	15,6	21,0	26,5	28,6	31,2	25,2

[illegible]

version 3.10

(conform rekenmethode NPR 5272:2003)

OPBOUW UIT WENDIGE SCHEIDINGSCONSTRUCTIE

[illegible]

Octalband (Hz)

Oscilband [Hz]	125	250	500	1000	2000	dB(A)
Minimale L_{Aeq} - G_{A}	24,6	24,9	26,2	25,5	22,4	31,9
Resultierende guldowering G_{A}	26,6	30,3	33,0	34,7	35,8	33,3
Resultende guldowering G_{A}	20,4	24,1	26,5	28,5	29,6	27,1

Herleidingswaarde C ₁							
Otaalband [Hz]	125	250	500	1000	2000		
weg	-14,0	-10,0	-6,0	-5,0	-7,0		
geluidsverlaging tussenruimte GA [dB(A)]							
Otaalband [Hz]	125	250	500	1000	2000		
Zie ook bijlage	0	0	0	0	0		
geluids isolatiemaatregelen per otaalband [Hz]							
code	125	250	500	1000	2000		
m33	41,0	46,0	52,0	59,0	64,0		
g05208	23,0	27,0	34,0	38,0	33,0		
-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
s36	32,0	34,0	34,0	36,0	39,0		
n51k0z	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
bg55	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
k4Qr	41,0	44,0	44,0	38,0	39,0		
n51k0z	37,0	48,0	56,0	60,0	65,0		
bg55	45,0	50,0	57,0	60,0	65,0		
-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		

version 3.10

BIJLAGE B13

BEREKENING KARAKTERISTIEKE GELUIDSWERING G_{A^*}

(conform rekenmethode NPR 5272:2003)

Situatie
4/erfrijgsgebied
Verblijfsruimte

270 m ³ geluidsbelasting	$L_{A,n}$	59 dB
10,0 m ³ soort geluid		wegviersnelwaai (NEN 5077)
10,4 m ² Correctie		0 dB
2,6 m G _{1,n} vereist		26 dB(A)
0,5 s		
Referentiegeluid T		

OPBOUW UIT WENDIGE SCHEIDINGSCONSTRUCTIE

[illegible]

	g/cm ³	m	cm	cm	cm
MUUR, MIN WOL 380 kg/m ²	51,1	dichte zijgewel met stuwk	5,89	5,0	
GLAS DUBBEL 6-20-8 mm	31,9	beglazing zijgewel	1,56	5,0	17,5
HELEND OAK, zeldr. doorconstr., min wol 1,5-25 kg/m ³	31,6	dak voorzetvel	10,44	-	31,0

da al bidrago

fertiliser	35.7	var	1.1	5.0	-2.7	24.9
huskies met goede demping, DnoAr = 36 dB(A)						

Year	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095	2096	2097	2098	2099	2100
2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095	2096	2097	2098	2099	2100	

Klar- en reedichting	40,3	4,7	5,0
busprofiel, inductie 4 mm of meer	49,8	5,0	4,7
oorspronkelijk schuinband + afdeklaat	55,0	4,2	5,0
schuinband met topafrichting			-1,3

00 14.4

VERZICHT ERGEBNISSEN

Octaveband [Hz]	125	250	500	1000	2000
Niveau G_{A}	29,3	24,2	22,1	20,5	16,3
Niveau G_{A}	15,1	24,2	30,2	32,9	35,1
Niveau G_{A}	15,7	24,8	30,9	33,5	35,7

version 3.10

	125	250	500	1000	2000
Herleidingswaarde C _r	-14.0	-10.0	-6.0	-5.0	-7.0
Odstaand [Hz]	weg				

	125	250	500	1000	2000
geluidswering tussenruimte,G (dB(A))					
Odstaand [Hz]					
zie ook bijlage					

[illegible]

	32.0	34.0	34.0	36.0	38.0
36	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
37	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
38	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
39	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
41	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
44	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
47	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
48	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
49	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
51	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
52	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
53	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
56	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
57	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
58	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
61	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
62	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
63	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
64	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
65	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
66	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
67	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
68	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
69	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
70	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
71	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
72	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
73	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
74	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
76	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
77	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
78	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
79	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
81	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
82	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
83	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
84	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
85	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
86	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
87	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
88	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
89	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
91	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
92	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
93	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
94	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
95	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
96	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
97	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
98	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
100	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

BEREKENING KARAKTERISTIEKE GELUIDSWERING $G_{A,k}$
(conform rekenmethode NPR 5272:2003)

Hersieningswaarde C_4	
Oorsafband [Hz]	weg
125	-14.0
250	-10.0
500	-6.0
1000	-5.0
2000	-7.0

Geluidswaarde (tussenruimte, G.A) [dB(A)]	
Oorsafband [Hz]	ere oek tjaage
125	0
250	0
500	0
1000	0
2000	0

total bridge

(entité)
l'usager met goede damping. DneAr = 36 dB(A)

total bidrage	0.0	18.5

Octaband [Hz]	125	250	500	1000	2000	dB(A)
innenwiew $L_{\text{Aeq}} \cdot G_{\text{A}}$	24,8	25,5	25,9	25,1	21,8	31,8
Resultierende geläutwung G_{A}	23,0	26,3	29,9	31,6	33,0	30,0
Resultierende geläutwung G_{A}	27,2	23,5	27,1	28,9	30,2	27,2

version 3.10

BEREKENING KARAKTERISTIEKE GELUIDSWERING G_{A*}
(conform rekenmethode *NPR 5272:2003*)

Volume V	23.6 m ³	geluktesbelasting	L_{cr}	59 dB
Warenpostwaars S	8.9 m ²	Soort geluid		wegvriesesawat (NEN 5077)
Op. uwerdige schiedingsconstr S	6.8 m ²	Correkte		0 dB
Op. volume/opp. uwh. schied constr.	3.5 m	G _A versnel		26 dB(A)
Referentienagalmid T ₀	0.5 s			

[illegible]

ventilate	35.7	1.0	2.7	30.1
rustiest met goede damping, Dn _{air} = 36 dB(A)				

[illegible]

Oktavband [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
Innenverm. $G_{\text{Qu}} - G_{\text{Au}}$	24,0	24,6	26,6	26,0	22,3	31,9
Resultierende guldverring. G_A	21,6	25,1	27,1	26,7	30,4	27,7
Resultierende guldverring. G_{Au}	21,0	24,4	26,1	26,0	29,7	27,1

46

(conform rekenmethode NPR 5272-2003)

9,2 m ³	geluidsbelasting L _{1,5h}	59 dB
1,0 m ²	Soort geluid	wegverkeerslawaai (NEN 5077)
7,7 m ²	Correctie	0 dB
3,8 m	G _A vereist	25 dB(A)
0,5 s		

Octave band (Hz)	125	250	500	1000	2000
Wdg	.14.0	.10.0	.6.0	.5.0	.7.0

geluidswering tussenruimte, G(A) [dB(A)]

Octaafband (Hz)	125	250	500	1000	2000
zie ook bijlage	0	0	0	0	0

Construction	R_A/D_m	S	L_{wp}	C_L	ΔL_{10}	L_b
Constructions						

[illegible]

Opmerking	ver	ver
39,3	0,7	-2,6
23,8		

total bijdrage	23.8
----------------	------

daal bedrag 212

Octave band (Hz)	125	250	500	1000	2000
dB(A)					

Octanband [Hz]	125	250	500	1000	2000	dB(A)
Innenveau $L_{\text{eq}, T}$ - $G_{A,1}$	27,3	26,0	22,8	22,5	19,7	31,5
Resultierende geräuscherung $G_{A,2}$	18,7	24,0	31,2	32,5	32,3	28,5
Resultierende geräuscherung $G_{A,3}$	17,7	23,0	30,2	31,5	33,3	27,5

47

Figure 1 consists of two vertically stacked plots sharing a common x-axis representing the frequency of the external magnetic field in Hz, ranging from 10^{-14} to 10^{-11} on a logarithmic scale. The y-axis for both plots represents the dielectric function, ranging from 0 to 2000 on a linear scale.

The top plot shows the real part of the dielectric function, ϵ_1 . The curve starts at approximately 1400 at 10^{-14} Hz, remains relatively flat until about 10^{-13} Hz, where it exhibits a small step-like increase, and then gradually decreases to about 1000 at 10^{-11} Hz.

The bottom plot shows the imaginary part of the dielectric function, ϵ_2 . This plot features a very sharp, prominent peak of approximately 1500 at 10^{-13} Hz. There are also smaller peaks at 10^{-14} Hz (around 200) and 10^{-11} Hz (around 100). The baseline of ϵ_2 is near zero across the rest of the frequency range.

Constructieonderdeel	$R_{f,D_{eq}}$ [dB(A)]	Commentaar	S [m ²]	$L_{eq,10}$ [m]	C_L [dB]	ΔL_{eq} [dB]	L_{eq} [dB(A)]
HELLEND DAK: zelfdr. doorsconstr., min. wol: 19-25 kg/m ³	31,6	hellend dak zijgevel	4,79		-		23,5
GLAS DUBBEL 4-16-6 mm	28,2	beglazing zijgevel	2,52		-		24,2
POUWCONSTR. 40 kg/m ²	33,0	paneel borserwing zijgevel	3,02		-		20,1
DIJUR. MIN WOL 200 kg/m ² , HSB binnenanspouwblad	46,4	meetselwerk/pannen zijgevel	2,70		-		6,3
PLATDAK: 300 mm lichtbeton, ca 200 kg/m ²	43,0	plat dak	4,58		-		12,0

goster/suskast mei lichtêr demping. $D_{nA}r = 30 \text{ dB(A)}$

[illegible]

Octaband [Hz]	125	250	500	1000	2000	dB(A)
innennew $L_{A_{\text{DIN}}} - G_{A_{\text{DIN}}}$	23.2	23.7	23.6	22.5	18.6	29.7
Resultierende gebüschter $G_{A_{\text{DIN}}}$	14.3	17.8	21.9	24.0	25.0	21.8
Resultierende gebüschter $G_{A_{\text{DIN}}}$	16.8	20.3	24.4	26.5	28.4	24.3

BIJLAGE C

Overzicht van veel toegepaste suskasten

BIJLAGE C

OVERZICHT MET VEEL VOORKOMENDE ROOSTERS / SUSKASTEN

CATEGORIE	MERK	TYPE	$D_{m,air}$ (dB(A))	q_v [dm ³ /s per meter]	CATEGORIE	MERK	TYPE	$D_{m,air}$ (dB(A))	q_v [dm ³ /s per meter]
rooster zonder demping, $D_{max} = 20$ dB(A)	alusia	Thermob 131 lamel	23	13	suskast met goede demping, $D_{max} = 36$ dB(A)	alusia	Virgo Alumien 150	36	20
	alusia	Thermob 151 lamel	22	16		alusia	Virgo Belinda 200	37	26
	alusia	Thermob 181 lamel	20	23		alusia	Virgo Désirée 250	37	29
	aralco	GVL 90	24	tot 27,5		alusia	Virgo Claudia 200	38	26
	aralco	Junior 14	24	14		aralco	K1117-20	36	26
	aralco	Junior 22	24	22		aralco	K1125-25	36	26
	duco	Ducoklep 25	24	25		aralco	K1129-25	37	27
	duco	Ducoklep 25 ZR	24	25		aralco	K1121-20	37	25
	duco	Ducolon 18	24	19		aralco	K1113-10	38	10
	duco	Ducolon 18/K	24	19		aralco	K1117-15	38	20
	duco	Ducolyp 16/K	23	16		aralco	K1133-25	38	25
rooster met verbeterde demping, $D_{max} = 25$ dB(A)	alusia	bingo 21	25	21		aralco	K1125-20	38	24
	alusia	bingo 30	25	30		aralco	K1129-20	38	24
	alusia	bingo ABC	26	26		aralco	K1129-20	38	24
	alusia	DC 18	27	18		buva	Terra 27	36	27
	alusia	Thermob 131 kap	27	13		buva	Luna 26	37	26
	alusia	Thermob 135	26	15		buva	Luna 24	38	24
	alusia	Thermob 151 kap	26	19		buva	Terra 26	38	26
	alusia	Thermob 155	26	20		buva	Terra 27	38	27
	alusia	Thermob 181 kap	25	24		duco	Alto 25	36	30
	alusia	Thermob 185	25	29		duco	Corio 15	37	21
	aralco	Junior 14 P.C.-A	27	12		duco	Corio 20	38	26
	aralco	Junior 14-A	26	13	suskast met goede demping, $D_{max} = 39$ dB(A)	alusia	Virgo Belinda 150	39	20
	aralco	Junior 150 Classic	26	10		alusia	Virgo Alumien 100	39	14
	aralco	Junior 150 Design	26	11		alusia	Virgo Désirée 200	40	26
	aralco	Junior 150-A Classic	28	11		alusia	Virgo Claudia 150	41	20
	aralco	Junior 150-A Design	28	11		aralco	K1137-25	39	25
	aralco	Junior 200	25	15		aralco	K1121-15	39	19
	aralco	Junior 22 P.C	26	20		aralco	K1133-20	40	24
	aralco	Junior 300	25	18		aralco	K1117-10	40	14
	aralco	Junior SL-A	29	8		aralco	K1137-20	41	24
	aralco	Multi-Air Classic 11	26	11		aralco	K1125-15	41	19
	aralco	Multi-Air Classic 14	26	14		buva	Marsa 22	39	22
	aralco	Multi-Air Classic 19	25	19		buva	Marsa 27	39	27
	aralco	Multi-Air Classic 21	26	21		buva	Suna 25	40	25
	aralco	Multi-Air Design 11	26	11		buva	Luna 14	41	14
	aralco	Multi-Air Design 14	26	14		duco	Largo 25	39	29
	aralco	Multi-Air Design 19	26	19		duco	Alto 20	39	26
	aralco	Multi-Air Design 21	26	21		duco	Corio 10	40	13
	buva	HR 23	25	23		duco	Medio 15	40	18
	buva	HR 23-ZR	26	22		duco	Largo 15	41	27
	buva	HR 17	27	17	suskast met zeer goede demping, $D_{max} = 42$ dB(A)	alusia	Virgo Désirée 150	42	20
	buva	HR 17-ZR	26	16		alusia	Virgo Belinda 100	43	14
	buva	HR 14 / HR 14-ZR	27	15		alusia	Virgo Claudia 100	44	14
	duco	Ducollat 12	27	12		aralco	K1121-10	43	14
	duco	Ducoklep 17	27	17		aralco	K1133-15	43	19
	duco	Ducolon 10	26	10		aralco	K1125-10	44	13
	duco	Ducolon 18A	26	18		aralco	Marsa 14	42	14
	duco	Ducolon 50 ZR	28	15		buva	Terra 21	42	21
rooster/suskast met lichte demping, $D_{max} = 30$ dB(A)	alusia	bingo 16	30	16		buva	Terra 13	44	13
	alusia	Virgo Alumien 250	32	29		duco	Alto 15	43	18
	aralco	K1113-25	31	27		duco	Medio 10	43	11
rooster/suskast met volle demping, $D_{max} = 33$ dB(A)	alusia	Virgo Alumien 200	34	26	suskast met maximaal haalbare demping, $D_{max} = 45$ dB(A)	alusia	Largo 15	43	18
	alusia	Virgo Belinda 250	34	30		alusia	Virgo Désirée 100	46	13
	aralco	Virgo Claudia 250	35	29		aralco	K1137-15	45	18
	aralco	K1113-20	33	25		aralco	K1129-10	46	13
	aralco	K1117-25	33	27		aralco	K1133-10	47	13
	aralco	K1113-15	35	22		buva	Suna 18	46	18
	aralco	K1121-25	35	26		duco	Alto 10	45	12
	buva	Luna 27	34	27		aralco	K1137-10	48	13
	buva	Marsa 28	34	28		duco	Largo 10	48	12
	duco	Corio 25	34	32		buva	Suna 12	49	12