

Notitie TNO 2021 M10679A

AanEvast vastgoed BV
t.a.v. Daan Huiskes**Van**

Arno Eisses

Onderwerp

Onderzoek grondgeluid Wijkmeerstraat

Oude Waalsdorperweg 63
2597 AK Den Haag
Postbus 96864
2509 JG Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 10 00

Datum

2 juni 2021

Onze referentie

DHW-2021-AS-100338921A

Doorkiesnummer

+31 (0) 6 51 375 382

e-mail

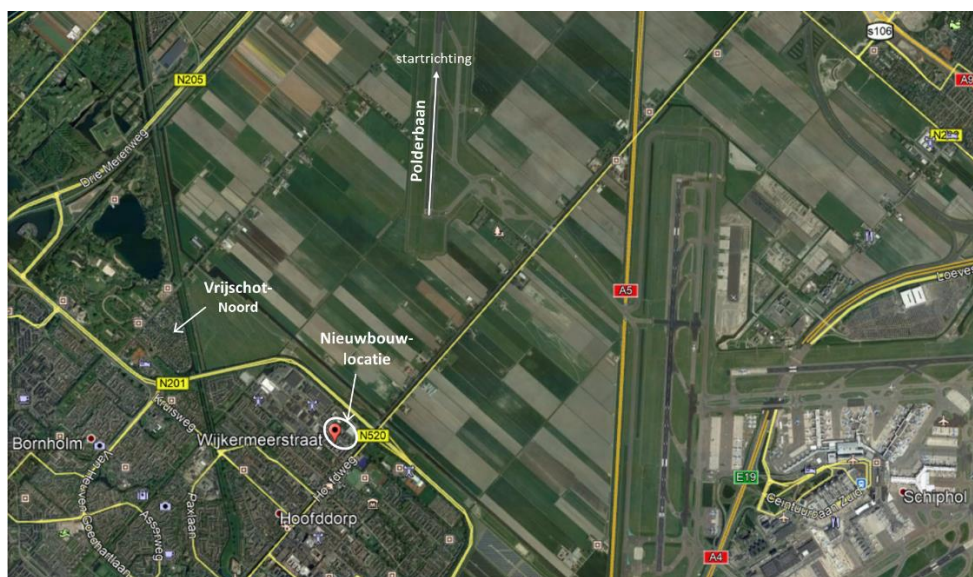
arno.eisses@tno.nl

Projectnummer

060.45467

1 Inleiding

Vanwege plannen voor de bouw van gestapelde woningen in de omgeving van de Wijkmeerstraat in het noorden van Hoordorp, heeft de projectontwikkelaar, Evast Vastgoed BV, TNO gevraagd om een verkennend onderzoek te doen naar grondgeluid van Schiphol op deze locatie. Grondgeluid is laagfrequent geluid van vliegtuigen op de grond en wordt vooral geproduceerd bij het accelereren op de startbaan. Op andere plaatsen in de gemeente Haarlemmermeer wordt hier hinder van ervaren. Hinder van startende vliegtuigen op de Polderbaan treedt bijvoorbeeld op in de wijk Vrijschot-Noord (die al gebouwd was voordat de Polderbaan in gebruik werd genomen). In figuur 1 is de situatie weergegeven. De Wijkmeerstraat ligt net als Vrijschot-Noord achter de Polderbaan, in de richting waar het achterwaarts uitgestraalde laagfrequente geluid van de straalmotoren naar toe gaat. Uit eerder onderzoek is gebleken dat het frequentiegebied tussen 20 en 100 Hz (de octaafbanden van 31,5 Hz en 63 Hz) voor de hinder van grondgeluid van belang is.



Figuur 1: Ligging van de nieuwbouwlocatie Wijkmeerstraat in Hoofddorp-Noord ten opzichte van de Polderbaan van Schiphol.

2 Overdracht van grondgeluid

Grondgeluid kan vooral onder meewindcondities (met wind in dezelfde richting als het geluid van de bron naar het waarneempunt) in een groot gebied tot enkele kilometers afstand van de bron hinder veroorzaken. Onderstaande afbeelding (figuur 2) laat schematisch zien dat onder invloed van wind de geluidoverdrachtspaden worden afgebogen. Door reflecties tegen de bodem kan het geluid een waarneempunt op grote afstand via meerdere paden bereiken, wat in het laag-frequente deel van het frequentiespectrum van het hoorbare geluid (octaafbanden van 31,5 Hz en 63 Hz) kan leiden tot meer dan 10 dB hogere geluidniveaus dan in de situatie zonder wind (of met 'tegenwind', dat wil zeggen in tegengestelde richting met de geluidoverdracht). Voor Vrijschot-Noord en de Wijkmeerstraat treden de meewindcondities op bij wind uit noordelijke en noordoostelijke richting. Dit zijn ook de windrichtingen waarbij de Polderbaan als startbaan in gebruik is.

Datum
2 juni 2021

Onze referentie
DHW-2021-AS-100338921A

Blad
2/9



Figuur 2: Geluidoverdracht in een windstille situatie via twee paden (links) en in een situatie met wind van bron naar waarneempunt (meewind) via een groot aantal paden, als gevolg van afbuiging van de geluidvoortplanting richting de bodem.

Het uitgestraalde geluid uit de straalmotoren is het sterkst schuin achterwaarts, onder ongeveer 130 graden met de startrichting van het vliegtuig. Recht achter het vliegtuig (onder 180 graden) is de sterkte van de bron ongeveer 10 dB lager. Voor wat betreft de oriëntatie ten opzichte van de Polderbaan ligt de wijk Vrijschot-Noord dus ongunstiger dan de nieuwbouwlocatie Wijkmeerstraat.

3 Resultaten

De prognose van de niveaus van grondgeluid is gemaakt voor de toekomstige eerste lijns-bebouwing van de Wijkmeerstraat, tijdens starts van zware toestellen. Er is een numerieke berekening uitgevoerd (PE-methode) voor het frequentiegebied binnen de octaafbanden van 31,5 en 63 Hz, uitgaande van een representatieve windsnelheid van 5 m/s (op 10 m hoogte) in de richting van de geluidoverdracht over een bodem van gras. Verder is uitgegaan van:

- de gemiddelde geluidproductie (emissie) van startende vliegtuigen (B747-400, B767 en B777) die TNO bij de Polderbaan heeft gemeten;
- een 5 dB lagere geluidemissie dan de maximale geluidemissie (schuin achterwaarts), omdat de uitstralingshoek richting de Wijkmeerstraat ongeveer 150° bedraagt.

Het laatste uitgangspunt is een schatting op grond van een Duitse publicatie¹. Mogelijk is er een groter verschil dan 5 dB tussen de geluiduitstraling richting Vrijschot-Noord en richting Wijkermeerstraat. Metingen kunnen hier uitsluitsel over geven.

Er is rekening gehouden met een verhoogd grondlichaam van de Weg om de Noord (N201), die ter plaatse van het bouwplan ongeveer 2 tot 6 meter boven het maaiveld ligt. Het grondlichaam zorgt voor afscherming, maar het effect hiervan is klein: alleen voor de gevels van de eerste lijn op de begane grond heeft het grondlichaam een invloed op de geluidbelasting van maximaal 1 dB.

Uit de berekeningen blijkt dat de niveaus van grondgeluid die voor de locatie Wijkermeerstraat worden verwacht gemiddeld ongeveer hetzelfde zijn als de niveaus in de huidige situatie in Vrijschot-Noord. Daarbij moet worden bedacht dat voor Vrijschot-Noord maatregelen zijn genomen om het grondgeluid te beperken, in de vorm van wigvormige heuvels (ribbels) in een deel van het overdrachtsgebied tussen de Polderbaan en de woonwijk. Uit onderzoek is gebleken dat deze maatregelen een geluidreductie van 5 tot 6 dB hebben opgeleverd. De niveaus van laagfrequent grondgeluid in de Wijkermeerstraat zijn dus ongeveer 5 dB lager dan in de oude situatie in Vrijschot-Noord, na ingebruikname van de Polderbaan toen er nog geen maatregelen waren gerealiseerd. Tabel 1 en figuur 3 geven de berekende niveaus van het invallende geluid ter plaatse van de toekomstige gevel van de eerste lijn, op ongeveer 1,9 km afstand van het startpunt op de Polderbaan, in de octaafbanden met middenfrequenties van 31,5 Hz en 63 Hz. De niveaus zijn berekend voor een met gras begroeide bodem. Wanneer er veel water op het land staat of als de bodem bevroren is, kunnen hogere niveaus optreden.

Het plan voor de Wijkermeerstraat bestaat uit gebouwen met gestapelde woningen van 14 tot 29 meter hoog, zoals weergegeven in figuur 4. Door afscherming en reflectie van gebouwen zullen de niveaus daarom sterker van plaats tot plaats variëren dan in Vrijschot-Noord, waar alleen grondgebonden woningen van drie bouwlagen staan. Dit betekent dat hoge gebouwen in de eerste lijn (gezien vanaf de Polderbaan) de achterliggende gebouwen kunnen afschermen, zodat de gevels daarvan een lagere geluidbelasting krijgen. In figuur 5 is dat geïllustreerd door de dB-schaal in kleuren weer te geven. Iedere kleurverandering is een stap van 5 dB. De linker helft van figuur 4 toont het effect van afscherming en reflectie van de gebouwen volgens het ontwerp van figuur 3. Achter de eerste lijn is het niveau plaatselijk ongeveer 5 dB lager. Het effect van afscherming kan worden vergroot door de openingen in de eerste lijn te sluiten, zoals in het rechter deel van figuur 4, waar de gebouwen A, B en C tot één gebouw zijn samengevoegd. Dit levert ongeveer 5 dB geluidreductie op. Hetzelfde effect kan ook worden bereikt door bijvoorbeeld een transparante wand tussen de openingen te plaatsen.

Datum

2 juni 2021

Onze referentie

DHW-2021-AS-100338921A

Blad

3/9

¹ Basis of Calculation for Engine Test Runs, Umwelt Bundesamt, Texte 80/2013.

Tabel 1: Berekende geluidniveaus tijdens het begin van de start van een zwaar type vliegtuig, ter plaatse van de eerste lijn van de voorgenomen toekomstige bebouwing in de Wijkmeerstraat te Hoofddorp, op verschillende waarnemhoogten, voor de octaafbanden met middenfrequenties van 31,5 Hz en 63 Hz.

hoogte t.o.v. maaiveld [m]	Geluidniveau [dB] ongewogen in octaafband (middenfrequentie)		Geluidniveau [dB(A)] A-gewogen in octaafband (middenfrequentie)		Geluidniveau [dB(A)] gesommeerd (2 octaafbanden)
	31,5 Hz	63 Hz	31,5 Hz	63 Hz	31,5 + 63 Hz
1,5	80	65	41	39	43
5,0	80	62	40	35	42
7,5	79	60	40	33	41
11,0	78	61	39	34	40
17,0	76	64	37	38	41
23,0	74	66	35	40	41

Datum

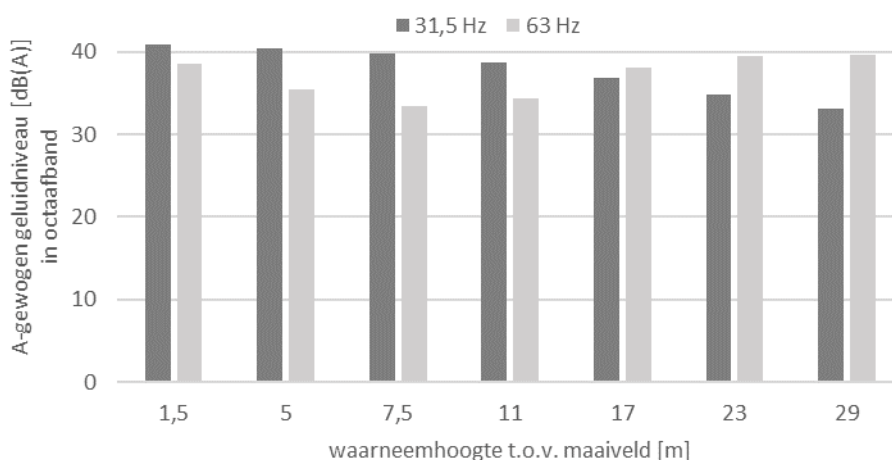
2 juni 2021

Onze referentie

DHW-2021-AS-100338921A

Blad

4/9



Figuur 3: Berekende A-gewogen geluidniveaus uit tabel 1, tijdens het begin van de start van een zwaar type vliegtuig, ter plaatse van de eerste lijn van de voorgenomen toekomstige bebouwing in de Wijkmeerstraat te Hoofddorp, op verschillende waarnemhoogten, voor de octaafbanden met middenfrequenties van 31,5 Hz en 63 Hz.

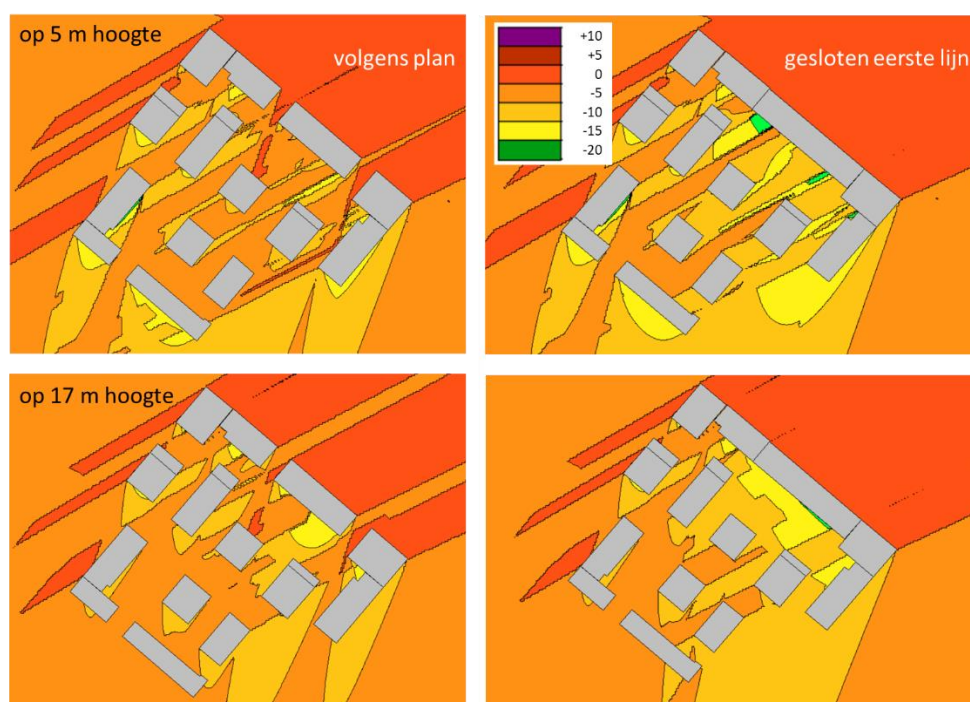
Datum
2 juni 2021

Onze referentie
DHW-2021-AS-100338921A

Blad
5/9



Figuur 4: Plan voor gebouwen met gestapelde woningen bij de Wijkmeerstraat. De gebouwhoogten zijn in de tekening aangegeven.



Figuur 5: Berekend grondgeluid (totaal van de octaafbanden van 31,5 Hz en 63 Hz) rondom en tussen de gebouwen van het plan voor de Wijkmeerstraat, op 5 m en 17 m waarnemingshoogte, met links de berekening volgens het huidige ontwerp en rechts voor een variant waarbij de gebouwen in de eerste lijn een gesloten gevel vormen. Een verandering van kleur is een stap van 5 dB.

4 Beoordeling

Datum

2 juni 2021

Onze referentie

DHW-2021-AS-100338921A

Blad

6/9

Er zijn geen normen of wettelijke richtlijnen op basis waarvan kan worden beoordeeld of de berekende niveaus van laagfrequent geluid (in de octaafbanden van 31,5 en 63 Hz) een grenswaarde of voorkeursgrenswaarde overschrijden, en daarmee aan te geven of woonbebouwing op de voorgenomen locatie op basis van de te verwachten geluidniveaus al dan niet mogelijk is. De belangrijkste reden hiervoor is dat het grondgeluid afkomstig is van vliegtuigen die deelnemen aan het luchtverkeer en daarom niet valt onder industrielawaai, wat wel het geval zou zijn als het zou gaan om het geluid van bijvoorbeeld vliegtuigen die proefdraaien. Toch zijn er wel aanknopingspunten om het woon- en leefklimaat op de beoogde locatie te beoordelen:

- Zoals hierboven aangegeven zijn in de wijk Vrijschot-Noord de niveaus van het laagfrequente geluid door startende vliegtuigen ongeveer gelijk aan de niveaus die bij de Wijkmeerstraat worden verwacht. Na ingebruikname van de Polderbaan was de geluidbelasting in Vrijschot-Noord hoger dan nu. Dat komt enerzijds omdat de starts van de meest luidruchtige vliegtuigtypen, MD11, B747-300 en B747-400 in aantal zijn afgenomen en anderzijds omdat de maatregelen in de vorm van wigvormige heuvels ('ribbels') de geluidoverdracht met ongeveer 5 tot 6 dB hebben beperkt. Maar dit is nog niet voor alle bewoners een bevredigende oplossing. De mate van hinder die bewoners in Vrijschot-Noord ervaren bij een bepaalde geluidbelasting is echter niet te vertalen naar andere locaties, omdat er naast geluid ook andere factoren zijn die de gerapporteerde hinder hebben beïnvloed, zoals de beloften² die aan de bewoners zijn gedaan en de lopende procedures voor realisatie van extra maatregelen en compensatie van geleden schade. Schiphol is inmiddels, met instemming van de bewoners, gestart met onderzoek naar de mogelijkheden om de geluidisolatie van de woningen specifiek voor laagfrequent geluid te verbeteren, om daarmee de hinder verder te beperken. Ook voor de Wijkmeerstraat is isolatie tegen laagfrequent geluid een maatregel om de kans op geluidhinder te verminderen. Paragraaf 5 gaat hier verder op in.

Een belangrijk verschil tussen de situaties in Vrijschot-Noord en de Wijkmeerstraat is dat in het eerste geval bewoners werden geconfronteerd met een plotselinge verslechtering van hun leefsituatie, waar ze niet op waren voorbereid³. In de Wijkmeerstraat is het grondgeluid een gegeven bij de keuze van een woonlocatie. Op basis daarvan mag worden verwacht dat, hoewel de geluidbelasting tussen de twee locaties weinig verschilt, er met aandacht voor isolatie van de woningen tegen laagfrequent geluid in de Wijkmeerstraat minder geluidhinder zal optreden dan in Vrijschot-Noord.

² Na de ingebruikname van de Polderbaan was het streven van Schiphol om een geluidreductie van 10 dB te realiseren. Die is met de aangelegde ribbels niet volledig gehaald en Schiphol heeft aangegeven dat het niet realistisch is om nog extra grond te verwerven, die nodig zou zijn om met meer ribbels de doelstelling te bereiken.

³ Landend en opstijgend verkeer van de Polderbaan vliegt niet over Vrijschot-Noord (en niet over de beoogde woningbouwlocatie aan de Wijkmeerstraat). Dat er ook overlast kan zijn door geluid van vliegtuigen die niet overvliegen, werd in de plannen en de informatie aan de bewoners waarschijnlijk niet voorzien.

- Ook voor nieuw te bouwen woningen in het bestemmingsplan Schuilhoeve in Badhoevedorp is het grondgeluid van startende vliegtuigen een aandachtspunt geweest. Het onderzoek naar grondgeluid voor die locatie resulteerde in ongeveer dezelfde niveaus tijdens de start van een zwaar type vliegtuig van de Kaagbaan en de Aalsmeerbaan als nu zijn berekend voor de eerste lijn van de woningen in de Wijkermeerstraat voor vliegtuigen die vertrekken vanaf de Polderbaan. Omdat het aantal starts vanaf de Polderbaan ongeveer de helft is van het aantal starts vanaf de Kaagbaan en de Aalsmeerbaan samen, is de situatie voor wat betreft grondgeluid voor de Wijkermeerstraat gunstiger dan voor Schuilhoeve.
- Hoewel het grondgeluid van startende vliegtuigen niet valt onder de regelgeving die voor industrielawaai van toepassing is, is het voor een indicatie van de te verwachten hinder zinvol om de geluidbelasting te vergelijken met de grenswaarden die gelden voor industrielawaai. Grondgeluid hoeft namelijk niet wezenlijk anders te worden ervaren dan het geluid van proefdraaiende vliegtuigen, dat wel als industrielawaai wordt beoordeeld. Bij industrielawaai wordt eerst gekeken of het niveau van het geluid buiten, dat invalt op de gevel van een woning, een bepaalde grenswaarde overschrijdt. Algemeen geldende grenswaarden zijn 50 dB(A) voor de dagperiode, 45 dB(A) voor de avondperiode en 40 dB(A) voor de nachtperiode. De vergelijking met de waarden in tabel 1 is echter nog niet direct mogelijk, omdat de grenswaarden van toepassing zijn op het over de tijd gemiddelde geluid (van een dag-, avond- of nachtperiode), terwijl de berekende niveaus van het grondgeluid in tabel 1 alleen optreden tijdens het begin van de start van een (zwaar type) vliegtuig. Na de eerste 10 seconden van de start neemt het geluid af en nadat het vliegtuig is opgestegen is het enige tijd stil tot het volgende vliegtuig vertrekt. Voor een vergelijking met de grenswaarden zou op het berekende niveau tijdens het begin van de start eerst een zogenoemde bedrijfsduurcorrectie moeten worden toegepast, om het geluid tijdens het begin van de start te vertalen naar het gemiddelde geluid. Aangenomen mag worden⁴ dat het gemiddelde geluidniveau in de dag- en avondperiode tenminste 6 dB en in de nachtperiode tenminste 16 dB lager ligt dan de niveaus in tabel 1. Daarmee blijven de gemiddelde niveaus ruim onder de genoemde grenswaarden. Deze vergelijking gaat echter voorbij aan het feit dat grondgeluid, door het grote aandeel laagfrequent geluid in het frequentiespectrum, als hinderlijker wordt ervaren dan geluid waarbij de energie gelijkmatiger over een breder frequentiespectrum is verdeeld. Binnen de beoordelingsmethode voor industrielawaai kan hiervoor een toeslag⁵ van 5 dB worden toegepast. Daarmee komt het te beoordelen gemiddelde geluidniveau in de dag-, avond- en nachtperiode op respectievelijk 42, 42 en 32 dB(A) en komt het voor de avondperiode in de buurt van de grenswaarde van 45 dB(A).

Datum

2 juni 2021

Onze referentie

DHW-2021-AS-100338921A

Blad

7/9

⁴ Op basis van 20 starts gemiddeld per uur in de dag- en avondperiode en 2 starts gemiddeld per uur in de nachtperiode.

⁵ De toeslag is van toepassing voor tonaal geluid. Er zijn onderzoeken waaruit blijkt dat laagfrequent geluid hinder kan opleveren zodra het hoorbaar is. Hetzelfde kan worden gezegd van tonaal geluid, zodat het binnen de regelgeving voor industrielawaai voor de hand ligt om deze toeslag toe te passen bij laagfrequent geluid.

Datum

2 juni 2021

Onze referentie

DHW-2021-AS-100338921A

Blad

8/9

Naast het geluidniveau buiten bij de gevel van een woning, kan ook het niveau binnen in een woning worden beoordeeld. Bij industrielawaai wordt dit doorgaans niet gedaan als het niveau buiten aan de grenswaarde voldoet, omdat er in dat geval vanuit wordt gegaan dat bij een standaard geluidisolatie van een woning de grenswaarden van 35, 30 en 25 dB(A) voor het binnenniveau (in respectievelijk dag-, avond- en nachtperiode) niet worden overschreden. Bij laagfrequent geluid is dit echter niet vanzelfsprekend, omdat de isolatie afneemt naarmate de frequentie van het geluid lager is. Uitgaande van een geluidisolatie van 9 dB in de octaafband van 31,5 Hz en 12 dB in de octaafband van 63 Hz, zou een gemiddeld niveau buiten van 42 dB(A) een binnenniveau van 32 dB(A) opleveren, wat een overschrijding betekent van de grenswaarde van 30 dB(A) voor de avondperiode. Met extra aandacht voor isolatie van laagfrequent geluid tijdens de bouw kan die overschrijding worden voorkomen.

- De Nederlandse Stichting Geluidhinder (NSG) heeft een richtlijn opgesteld voor laagfrequent geluid. Deze richtlijn is bedoeld om een klacht over laagfrequent geluid te kunnen relateren aan de mate waarin een gemeten geluidniveau uitstijgt boven een 'referentiecurve'. Ligt het geluidniveau onder de referentiecurve, dan hoort tenminste 90% van de mensen uit een groep personen in de leeftijd van 50 tot 60 jaar⁶ het geluid niet. Als het ongewogen geluidniveau buiten voor de gevel van tabel 1 wordt vertaald naar het niveau in de woning (uitgaande van de hierboven genoemde waarden voor de geluidisolatie), is de conclusie dat het grondgeluid in de woning de referentiecurve in het frequentiegebied tussen 25 en 80 Hz met 10 tot 15 dB overschrijdt. Dit geeft alleen aan dat het grondgeluid in de woning hoorbaar is; de richtlijn is niet bedoeld om te beoordelen of een bepaald geluidniveau met het oog op hinderlijkheid toelaatbaar is.

5 Geluidisolatie

Om de hinder door grondgeluid voor de toekomstige bewoners te beperken, zijn maatregelen aan de gevels van de woningen te overwegen die specifiek zijn gericht op vermindering van de waarneming van grondgeluid binnen in de woningen. Een duidelijke verbetering van de isolatie tegen laagfrequent geluid wordt bereikt met:

- steenachtige spouwmuren (metselwerk, kalkzandsteen, beton) – oppervlaktemassa ten minste 450 kg/m²;
- dakconstructies van beton met een massa van ten minste 185 kg/m²;
- gebalanceerde mechanische ventilatie (géén ventilatieroosters in de gevels);
- massieve, houten kozijnen;
- dubbele rondgaande rubberen kierdichting in de te openen delen in kozijnen (ramen en deuren);

⁶ Bij personen jonger dan 40 jaar komen klachten over laagfrequent geluid minder vaak voor.

- dubbel glas op grotere spouw dan standaard en een gelamineerd blad, afhankelijk van de geluidbelasting variërend van type 8-20-66.2SI tot 12-24L-66.2SI (of gelijkwaardig);
- geluidisolatie $R_{A,tr}$ van deuren in gevels van tenminste 41 dB.

Datum

2 juni 2021

Onze referentie

DHW-2021-AS-100338921A

Blad

9/9

Het ligt *niet* voor de hand om de gevels van de eerste lijn die naar het noord-oosten zijn gericht als zogenoemde 'dove gevels' uit te voeren, waarin geen te openen delen aanwezig zijn. Vooral vanwege het feit dat grondgeluid vanaf de Polderbaan minder dan de helft van het aantal dagen in een jaar optreedt, zou het vreemd zijn om bewoners de mogelijkheid te onthouden om ramen te openen.

6 Conclusie

Uit berekeningen blijkt dat ter plaatse van de beoogde woningbouwlocatie aan de Wijkmeerstraat in Hoofddorp de niveaus van 'grondgeluid' als gevolg van startende vliegtuigen op de Polderbaan ongeveer hetzelfde zijn als de niveaus in de huidige situatie in de wijk Vrijschot-Noord. Gezien de ervaringen in Vrijschot-Noord betekent dit dat geluidniveaus ook binnenshuis hoorbaar zullen zijn en voor hinder kunnen zorgen. Het geluid in de woningen kan worden beperkt door een gesloten gevel van de eerste lijns-bebouwing, die de daarachter gelegen woningen afschermt, en door aandacht voor de geluidisolatie van de woningen bij de bouw, gericht op laagfrequent geluid.

De berekeningen zijn gebaseerd op het uitgangspunt dat de geluiduitstraling (emissie) van vliegtuigen in de richting van de Wijkmeerstraat 5 dB zwakker is dan in de richting van Vrijschot-Noord. Mogelijk is dit verschil groter. Daarom wordt aanbevolen om ook metingen uit te voeren.

Hoewel er gelijkenis is voor wat betreft de niveaus van grondgeluid, zijn de twee locaties voor wat betreft de kans op hinder moeilijk met elkaar te vergelijken, omdat daarbij ook andere aspecten een rol spelen. Zo kan het bijvoorbeeld uitmaken of bewoners van bestaande woningen worden geconfronteerd met een nieuwe geluidbron (zoals in Vrijschot-Noord) of dat nieuwe bewoners bij de keuze van de woonlocatie rekening kunnen houden met een al aanwezige geluidbron en zich er daardoor minder aan zullen storen.