

*TNO-rapport*  
95.034

## **Het aandeel van goederentransport in treinverkeer en door omwonenden gerapporteerde slaapverstoring**

TNO Preventie en Gezondheid  
Collectieve Preventie

Wassenaarseweg 56  
Postbus 2215  
2301 CE Leiden

Telefoon 071 18 18 18  
Fax 071 17 63 82

auteur:  
**HME Miedema**  
**H. Vos**

datum:  
mei 1995

Alle rechten voorbehouden.  
Niets uit deze uitgave mag worden  
vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt  
door middel van druk, fotokopie, microfilm  
of op welke andere wijze dan ook, zonder  
voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd  
uitgebracht, wordt voor de rechten en  
verplichtingen van opdrachtgever en  
opdrachtnemer verwezen naar de  
Algemene Voorwaarden voor onderzoeks-  
opdrachten aan TNO, dan wel de  
betreffende terzake tussen partijen  
gesloten overeenkomst.  
Het ter inzage geven van het TNO-rapport  
aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 1995 TNO

INHOUD	pagina
VOORWOORD	i
1. INLEIDING	1
2. DE RELATIE TUSSEN $L_{\text{etm}}$ EN NIET-SPECIFIEKE HINDER	2
3. DE RELATIE TUSSEN $L_{\text{Aeq}}(23-7\text{u})$ EN ZELF-GERAPPORTEERDE SLAAPVERSTORING	3
4. DISCUSSIE	8
LITERATUUR	9

## **VOORWOORD**

Dit onderzoek kan gezien worden als een aanvulling op de studie waarvan de resultaten zijn weergegeven in het NIPG-TNO rapport 'Het aandeel van goederentransport in het treinverkeer en effecten van geluid en trillingen op omwonenden' (nr. 93.013). In die studie is ingegaan op vier vragen die naar voren kwamen bij de evaluatie van de plannen voor de aanleg van de Betuweroute. Het onderhavige onderzoek gaat in op een vijfde, aanvullende vraag met betrekking tot zelf-gerapporteerde slaapverstoring. Het onderzoek bestaat uit aanvullende analyses op een bestand met gegevens over belasting en gerapporteerde effecten door omgevingsgeluid. In het onderhavige geval is gebruik gemaakt van gegevens uit dit bestand over zelf-gerapporteerde slaapverstoring door geluid van treinverkeer.

Het onderzoek is uitgevoerd door TNO Preventie en Gezondheid (TNO-PG) (waarin het voormalige NIPG-TNO is opgegaan) in opdracht van het Directoraat-Generaal voor het Vervoer van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat (V&W/DGV).

## 1. INLEIDING

In het NIPG-TNO rapport 'Het aandeel van goederentransport in het treinverkeer en effecten van geluid en trillingen op omwonenden' (nr. 93.013) wordt verslag gedaan van een onderzoek dat gericht was op vier specifieke vragen over effecten van railverkeer op omwonenden. De vragen, die naar voren kwamen bij de evaluatie van de plannen voor de aanleg van de Betuweroute, zijn:

1. Is de geluidhinder die bij een bepaalde  $L_{\text{em}}$  waarde voor treinverkeer verwacht moet worden afhankelijk van het aandeel van het goederentransport in het treinverkeer?

Toelichting

Het  $L_{\text{em}}$  is de maat die in de Wet geluidhinder gebruikt wordt voor de geluidblootstelling. Voor railverkeer is het  $L_{\text{em}}$  als volgt gedefinieerd. Uitgangspunt zijn de 'gemiddelde' A-gewogen geluidniveaus ( $L_{\text{Aeq}}$ ) voor de dag (7-19u), de avond (19-23u) en de nacht (23-7u). Het  $L_{\text{em}}$  is de hoogste van de waarde voor de dag, de waarde voor de avond verhoogd met 5 dB(A) en de waarde voor de nacht verhoogd met 10 dB(A).

2. Is de geluidhinder die verwacht moet worden bij een gecombineerde blootstelling aan geluid van treinverkeer en snelwegverkeer afhankelijk van het aandeel van goederentransport in het treinverkeer?
3. Wat is de invloed van het aandeel van het goederentransport in het treinverkeer op de mate waarin omwonenden trillingen door treinverkeer rapporteren?
4. Hoe hangt het optreden van ontwaakreacties samen met het nachtelijk gebruik van een goederenlijn?

In deze vervolgstudie zijn aanvullende analyses uitgevoerd met betrekking tot de volgende vraag:

5. Is de zelf-gerapporteerde slaapverstoring die bij een bepaalde  $L_{\text{Aeq}}(23-7u)$  waarde voor treinverkeer verwacht moet worden afhankelijk van het aandeel van het goederentransport in het treinverkeer gedurende de periode van 23 tot 7 uur?

Toelichting

Het  $L_{\text{Aeq}}(23-7u)$  is het 'gemiddelde' A-gewogen geluidniveau voor de nacht (23-7u) en één van de drie waarden waarop het boven genoemde  $L_{\text{em}}$  is gebaseerd. Een score voor zelf-gerapporteerde slaapverstoring wordt in principe vastgesteld door getallen tussen 0 en 100 toe te kennen aan de antwoord-alternatieven waaruit een respondent kon kiezen bij een vraag naar de slaapverstoring door geluid. Als iemand bijvoorbeeld het alternatief 'nooit' gekozen had als antwoord op een vraag naar verstoring van de slaap door geluid van de onderzochte bron, dan krijgt hij een lagere score voor zelf-gerapporteerde slaapverstoring dan wanneer hij 'vaak' gekozen had. In verband met variatie in de gebruikte vraagstellingen en antwoordmogelijkheden is soms de toekenning van scores wat complexer (zie hiervoor Miedema (1992)).

De laatste vraag wordt behandeld nadat kort enkele eerder uitgevoerde relevante analyses besproken zijn.

## 2. DE RELATIE TUSSEN $L_{\text{etm}}$ EN NIET-SPECIFIEKE HINDER

TNO-PG heeft de beschikking over de rapporten en de databestanden van een drietal grote Europese studies naar geluidhinder van treinen. Het betreft een Britse, een Nederlandse en een Duitse studie, waarin met behulp van vragenlijsten naast de geluidhinder ondermeer de slaapverstoring is vastgesteld en waarin door middel van geluidmetingen en berekeningen per respondent de geluidbelasting is bepaald.

In Miedema (1992) is op grond van de originele gegevens voor elke respondent uit deze studies op vergelijkbare wijze, naast de  $L_{\text{etm}}$  waarde, ondermeer het  $L_{\text{Aeq}}(23-7\text{u})$  en, naast de hinderscore, ondermeer een score voor de zelf-gerapporteerde slaapverstoring vastgesteld. Voor de wijze waarop dit is gebeurd wordt verwezen naar genoemd rapport.

De gegevens zijn in genoemde studie gebruikt om voor railverkeer (voor trams zonder bijzondere geluidkenmerken als piepen of bonken bleek de relatie gelijk aan die van treinen) de relatie vast te stellen tussen  $L_{\text{etm}}$  en hinder. Hierbij is niet gedifferentieerd naar het aandeel van het goederenvervoer in het treinverkeer.

Dit is wel gedaan in Miedema en De Jong (1993) door na te gaan of de hinder bij gegeven  $L_{\text{etm}}$  op systematische, interpreteerbare wijze samenhangt met het aandeel van het goederentransport, bijvoorbeeld, of de hinder bij gegeven  $L_{\text{etm}}$  sterker is bij een groter aandeel goederentransport. Bovendien is nagegaan of de correlatie voor de relatie  $L_{\text{etm}}$ -hinder toeneemt indien het aandeel goederentransport in de analyse wordt betrokken. Geen van beide werd echter gevonden. "Dit suggereert", zo wordt in genoemd rapport gesteld, "dat, *gegeven het  $L_{\text{etm}}$* , het aandeel van de goederentreinen in het totale treinverkeer geen invloed heeft op de hinder".

### 3. DE RELATIE TUSSEN $L_{Aeq}(23-7u)$ EN ZELF-GERAPPORTEERDE SLAAPVERSTORING

Gegevens uit hetzelfde bestand zijn in Miedema (1993) gebruikt om de relatie vast te stellen tussen  $L_{Aeq}(23-7u)$  en zelf-gerapporteerde slaapverstoring voor vliegverkeer, railverkeer en wegverkeer. De gevonden correlatie voor railverkeer (0,22) is relatief laag. Bij deze analyses is niet gedifferentieerd naar het aandeel van goederenvervoer in het treinverkeer. Dergelijke analyses worden in het navolgende gerapporteerd.

Voor de Britse en de Nederlandse onderzoeken waren in de originele bestanden gegevens opgenomen over het aantal tussen 23 en 7 uur passerende treinen, gesplitst naar passagiers- en goederentreinen. Voor de Duitse studie was dit niet het geval, maar zijn deze gegevens voor 13 van de 20 treinverkeerslokaties afgeleid uit grafieken over gebruiksintensiteiten, die in de bijlage van het onderzoeksrapport waren opgenomen. Over een aantal aspecten van de aflezing van de grafieken is naar aanleiding van de onderhavige studie gecommuniceerd met het Duitse bureau dat het onderzoek had uitgevoerd. Hieruit bleek dat de grafieken zijn ontleend aan de dienstregelingen van bij de onderzoekslokaties gelegen stations. Hierdoor kan het feitelijke aantal goederentreinen enigszins afwijken van het gebruikte aantal. Ook voor de andere twee studies geldt vermoedelijk dat het in het bestand vastgelegde aantal goederentreinen niet exact overeenkomt met het werkelijk aantal passerende goederentreinen.

In de uitgevoerde analyses zijn alleen de gegevens voor treinverkeerslokaties gebruikt. De gegevens voor trams zijn niet gebruikt omdat de onderzoeksvraag betrekking heeft op treinverkeer (zie hoofdstuk 1, vraag 5). Het aantal observaties (2.793), waarop de hier gerapporteerde resultaten gebaseerd zijn, is voor dit type onderzoek relatief groot.

Het verband tussen  $L_{Aeq}(23-7u)$  en de score voor de zelf-gerapporteerde slaapverstoring is beschreven met een lijn die is opgebouwd uit een viertal aaneengesloten rechte lijnstukken. Doordat er in een dergelijke gesegmenteerde lijn een drietal 'scharnierpunten' zit kan de vorm ervan beter in overeenstemming gebracht worden met de ligging van datapunten. Dus, een dergelijke lijn is flexibeler dan de doorgaans gebruikte rechte lijn, zodat deze de gegevens minstens zo goed weergeeft als een rechte lijn. In het geval dat de datapunten een niet-lineair verband laten zien, kan de ligging van de datapunten beter benaderd worden met een flexibeler gesegmenteerde lijn dan met een rechte lijn. De gevonden correlatie voor de best passende gesegmenteerde lijn is 0,21. De correlatie geeft aan hoe goed de lijn de combinaties van een  $L_{Aeq}(23-7u)$  waarde en een hinderscore, die voor de onderzochte personen gevonden zijn, weergeeft.

Als volgende stap is een vergelijkbare analyse uitgevoerd. Het verschil met de eerste analyse is dat er onderscheid gemaakt is naar het soort trein. Respondenten zijn ingedeeld aan de hand van het aandeel van het goederenvervoer in de periode van 23 tot 7 uur over de spoorlijn waarbij zij woonden. Voor figuur 1a zijn de *absolute aantallen* goederentreinen in de volgende klassen ingedeeld: 0 - 4, 4 - 12, 12 - 22, >22 . In de figuur is per klasse de relatie weergegeven tussen het  $L_{Aeq}(23-7u)$  en de score voor de zelf-gerapporteerde slaapverstoring. In tabel 1 is per combinatie van een  $L_{Aeq}(23-7u)$  klasse en klasse voor het aantal goederentreinen in de periode van 23 tot 7 uur het aantal respondenten gegeven waarbij de combinatie voorkwam.

Tabel 1 Het aantal respondenten per combinatie van een  $L_{Aeq}(23-7u)$  klasse en klasse voor het *aantal goederentreinen* in de periode 23 - 7 uur.

percentage goederentreinen	$L_{Aeq}(23-7u)$	N
3	33	59
5	40	171
8	54	278
11	62	122
33	31	27
31	43	148
31	53	430
33	63	157
49	30	27
48	42	113
46	56	317
45	65	237
64	33	40
67	40	92
65	58	302
62	65	274

Voor figuur 1b is voor de periode van 23 tot 7 uur het *percentage* goederentreinen bepaald en in de volgende klassen ingedeeld: 0 - 18, 18 - 41, 41 - 52, >52%. Per klasse is weer de relatie weergegeven tussen  $L_{Aeq}(23-7u)$  en de score voor de zelf-gerapporteerde slaapverstoring. Voor de figuren is de correlatie 0,24 respectievelijk 0,23. In tabel 2 is per combinatie van een  $L_{Aeq}(23-7u)$  klasse en klasse voor het percentage goederentreinen in de periode 23 - 7 uur het aantal respondenten gegeven waarbij de combinatie voorkwam.

Tabel 2 Het aantal respondenten per combinatie van een  $L_{Aeq}(23-7u)$  klasse en klasse voor het percentage goederentreinen in de periode 23 - 7 uur.

aantal goederentreinen	$L_{Aeq}(23-7u)$	N
1	33	63
1	40	157
2	55	258
2	62	119
7	31	42
6	42	143
6	53	358
6	59	88
17	33	40
16	41	180
16	54	396
15	64	214
27	41	52
34	59	315
32	66	368

Bij de interpretatie van figuur 1 is het van belang in het oog te houden dat de score voor zelf-gerapporteerde slaapverstoring wordt weergegeven, en niet een percentage. Een score voor zelf-gerapporteerde slaapverstoring wordt in principe vastgesteld door getallen tussen 0 en 100 toe te kennen aan de antwoordalternatieven waaruit een respondent kon kiezen bij een vraag naar de slaapverstoring door geluid. De curven geven het verloop van de 'gemiddelde' score bij een bepaalde geluidbelasting weer. Een hogere waarde bij een bepaalde geluidbelasting betekent dat men gemiddeld meer slaapverstoring zegt te ondervinden, met andere woorden, alternatieven selecteerde die corresponderen met meer slaapverstoring.

Voor de interpretatie is verder belangrijk dat in praktijk met een beperkt aantal antwoordmogelijkheden wordt gewerkt (tussen de 3 en 10) en dat de middelpunten van deze categorieën worden omgezet naar een score tussen de 0 en 100. Bijvoorbeeld, als van vijf alternatieven 'nooit' de minste slaapverstoring uitdrukt, correspondeert dit met het onderste gedeelte van de range 0 - 100 en is het middelpunt een waarde groter dan 0 (in het geschetste geval met vijf alternatieven, in principe, 10). Een consequentie hiervan is dat de laagst haalbare waarde niet 0 is, maar groter. Als 'nooit' score 10 heeft, is 10 de laagst haalbare waarde. Hierdoor en door het feit dat bij het ontbreken van slaapverstoring, evenals bij andere 'nulsituaties', ruis altijd leidt tot een kleinere of grotere overschatting van het effect, komt het linkerdeel van de curven in figuur 1 niet uit bij 0. Om na te gaan waar slaapverstoring begint, kan gezocht worden naar het punt waar een horizontaal verloop van een curve overgaat in een stijgend verloop. Voor de hier getoonde curven lijkt dat bij een waarde tegen de  $L_{Aeq}(23-7u) = 40$  dB(A) te zijn. (Zie Miedema (1992) voor een meer



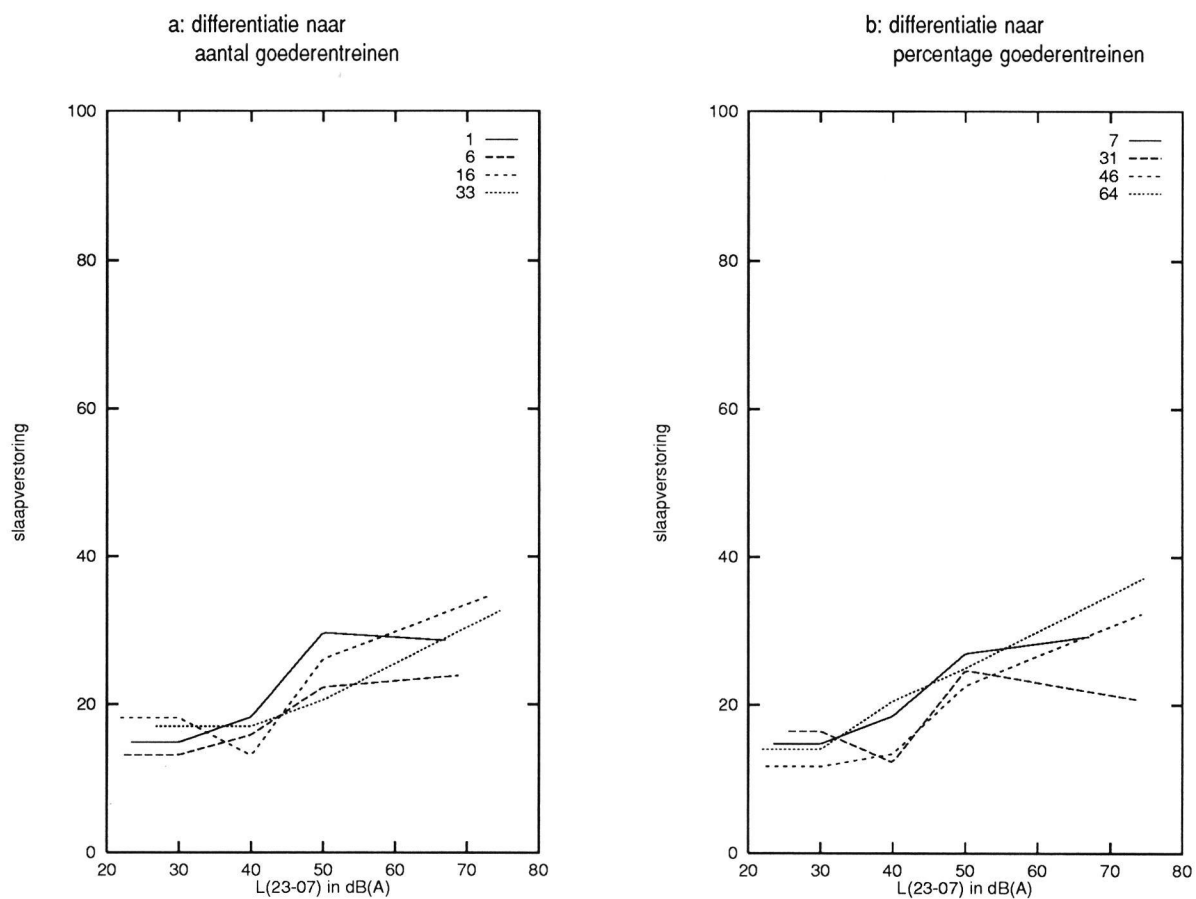
uitvoerige bespreking van de toekenning van scores.

Als het aandeel van het goederenvervoer van invloed is op de hinder die bij een gegeven  $L_{etm}$  ondervonden wordt, dan wordt verwacht dat in figuur 1a en in figuur 1b de lijnen voor de verschillende klassen op interpreteerbare wijze van elkaar verschillen. Bovendien wordt dan verwacht dat de correlatie voor deze figuren duidelijk hoger is dan de 0,21 die gevonden werd in de eerdere analyse, waarbij geen onderscheid werd gemaakt aan de hand van het aandeel goederenvervoer.

Een interpreteerbaar verschil wordt niet gevonden terwijl wel een verhoging van de correlatie wordt gevonden. Bij dit laatste moet in gedachte worden gehouden dat het toevoegen van een variabele meer 'vrijheid' introduceert om met de lijnen de data te beschrijven, waarbij die 'vrijheid' ook 'benut' kan zijn om betekenisloze verschillen te beschrijven. Daarom is voor een duidelijke aanwijzing in de richting van het belang van het aandeel goederenvervoer ook een interpreteerbaar verschil tussen de lijnen in figuur 1a en 1b nodig.

De suggestie die van de resultaten uitgaat is dat, *gegeven het  $L_{Aeq}(23-7u)$* , het aandeel van de goederentreinen in het treinverkeer in de periode van 23 tot 7 uur geen invloed heeft op de zelfgerapporteerde slaapverstoring. Daarvoor zou, naast een verhoging van de correlatie ook, een interpreteerbaar patroon naar voren moeten komen wanneer het aandeel goederenverkeer als extra variabele wordt geïntroduceerd. Omdat bij de eerder aangehaalde, vergelijkbare analyses met betrekking tot de niet-specifieke hinder ook de correlatie niet toenam, was daar de suggestie in de richting van het ontbreken van een invloed van het aandeel goederenverkeer sterker.

**Figuur 1** De score voor zelf-gerapporteerde slaapverstoring als functie van  $L_{Aeq}(23-7u)$  van treinverkeer. In figuur a zijn afzonderlijke lijnen weergegeven voor de verschillende klassen voor het *aantal goederentreinen* in de periode 23 tot 7 uur. In figuur b wordt onderscheid gemaakt tussen verschillende *percentages goederentreinen* in diezelfde periode. Het gemiddelde aantal goederentreinen in een klasse waarvoor een lijn is vastgesteld respectievelijk het gemiddelde percentage goederentreinen in een klasse waarvoor een lijn is vastgesteld is rechts in de deelfiguren aangegeven.



#### 4. DISCUSSIE

Dit onderzoek was gericht op de volgende in de inleiding genoemde vraag:

Is de zelf-gerapporteerde slaapverstoring die bij een bepaalde  $L_{Aeq}(23-7u)$  waarde voor treinverkeer verwacht moet worden afhankelijk van het aandeel van het goederentransport in het treinverkeer gedurende de periode van 23 tot 7 uur?

In hoofdstuk 3 zijn er geen duidelijke aanwijzingen voor gevonden dat de zelf-gerapporteerde slaapverstoring voor treinverkeer, *gegeven een bepaalde  $L_{Aeq}(23-7u)$  waarde*, afhankelijk is van het aandeel van het goederentransport in het treinverkeer in de periode van 23 tot 7 uur. Een duidelijke aanwijzing zou verkregen zijn als het introduceren van het aandeel goederenverkeer als extra variabele in de analyse van het verband tussen  $L_{Aeq}(23-7u)$  en zelf-gerapporteerde slaapverstoring zou leiden tot een verhoging van de correlatie en een interpreteerbaar patroon. Enige verhoging van de correlatie is wel gevonden, een interpreteerbaar patroon echter niet.

Een discussie over slaapverstoring door geluid, en door geluid van een Betuweroute in het bijzonder, blijft echter, ook met bovenstaand resultaat, moeilijk omdat de kennis over dit onderwerp beperkt is. Voor treinverkeer is de correlatie tussen  $L_{Aeq}(23-7u)$  en zelf-gerapporteerde slaapverstoring beduidend lager (zie hoofdstuk 3: 0,21) dan de correlatie tussen  $L_{Aeq}(23-7u)$  en niet-specifieke hinder (zie Miedema en De Jong, 1993, p.3: 0,41). Dit betekent dat de onzekerheid over de slaapverstoring die mensen bij een bepaalde geluidbelasting zullen rapporteren relatief groot is. Deze onzekerheid over door geluid geïnduceerde slaapverstoring geldt ook meer algemeen, dus ook als andere parameters van slaapkwaliteit dan zelf-gerapporteerde slaapkwaliteit in beschouwing genomen worden. Het volgende citaat uit Miedema en De Jong (1993) geldt nog steeds: "Het is voor iedereen evident dat men van geluid wakker kan worden en ook is het duidelijk dat diverse fysiologische effecten tijdens de slaap op kunnen treden. Dit betekent echter niet dat het ook duidelijk is hoe precies de relatie tussen de blootstelling en dergelijke effecten er kwantitatief uitziet. Op dit moment bestaat die duidelijkheid niet." Op deze onzekerheid wordt, in wat andere bewoordingen, door de Commissie voor de Milieu-effectrapportage in haar advies aan de Minister van Verkeer en Waterstaat over de Aanvulling op het milieu-effectrapport Betuweroute behorend bij het Voorontwerp-Tracebesluit ons inziens dan ook terecht gewezen.

## LITERATUUR

MIEDEMA HME. Response functions for environmental noise in residential areas. Leiden: NIPG-TNO 1992. Publ.nr 92.021.

MIEDEMA HME. Geluidmaten voor vliegverkeer. Leiden: NIPG-TNO 1993. Publ.nr 93.085.

MIEDEMA HME, JONG RG DE. Het aandeel van goederentransport in het treinverkeer en effecten van geluid en trillingen op omwonenden. Leiden: NIPG-TNO 1993. Publ.nr. 93.013.

Reprografie: PG-TNO  
Projectnummer: 6337