

1422-  
64

## Externe veiligheid Zeeburgereiland met plan R.I. Oost

Project : 071244  
Datum : 6 februari 2008  
Auteur : ir. G.A.M. Golbach

Opdrachtgever:  
Gemeente Amsterdam  
Dienst Ruimtelijke Ordening  
Postbus 2758  
1000 CT Amsterdam

**Bijlage bij MER Herontwikkeling  
Zeeburgereiland**

**Nr 12**



Adviesgroep AVIV BV  
Langestraat 11  
7511 HA Enschede

## **Externe veiligheid Zeeburgereiland met plan R.I. Oost**

Project : 071244  
Datum : 6 februari 2008  
Auteur : ir. G.A.M. Golbach

Opdrachtgever:  
Gemeente Amsterdam  
Dienst Ruimtelijke Ordening  
t.a.v. ing. W.E.J. Rozendaal  
Postbus 2758  
1000 CT Amsterdam

## Inhoudsopgave

<b>1. Inleiding .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Normstelling externe veiligheid .....</b>	<b>3</b>
2.1. Risicobenadering.....	3
2.2. Plaatsgebonden risico .....	4
2.3. Groepsrisico .....	5
<b>3. Uitgangspunten risicoberekening.....</b>	<b>8</b>
3.1. RBM II .....	8
3.2. Transportintensiteit.....	8
3.3. Bebouwing.....	9
<b>4. Risicoberekening .....</b>	<b>10</b>
4.1. Plaatsgebonden risico .....	10
4.2. Groepsrisico .....	10
<b>5. Conclusie .....</b>	<b>13</b>
<b>Referenties .....</b>	<b>14</b>
<b>Bijlage 1. RBM II.....</b>	<b>15</b>
<b>Bijlage 2. Gegevens bebouwing.....</b>	<b>20</b>

## 1. Inleiding

De gemeente Amsterdam is voornemens nieuwbouw te realiseren op het Zeeburgereiland. In het plangebied liggen de IJburglaan en de Zuiderzeeweg die deel uitmaken van de route gevaarlijke stoffen. Bij de besluitvorming moet daarom rekening worden gehouden met het aspect externe veiligheid.

Het extern veiligheidsrisico veroorzaakt door het wegtransport van gevaarlijke stoffen is in het verleden al eens berekend [4 en 5]. De berekening wordt geactualiseerd omdat dit jaar de transportintensiteit opnieuw is waargenomen en omdat er een andere invulling van het gebied is opgesteld.

In hoofdstuk 2 wordt de normstelling externe veiligheid voor transportroutes toegelicht. In hoofdstuk 3 worden de gegevens die nodig zijn voor de risicoberekening samengevat. In hoofdstuk 4 wordt het resultaat van de berekening getoond. Hoofdstuk 5 tenslotte bevat de conclusie.

## 2. Normstelling externe veiligheid

### 2.1. Risicobenadering

Het transport van gevaarlijke stoffen brengt risico's met zich mee door de mogelijkheid dat bij een ongeval gevaarlijke lading kan vrijkomen. Het risico voor omwonenden wordt gevat onder het begrip externe veiligheid. Voor het transport van gevaarlijke stoffen over de weg, het spoor en het binnenwater is een risiconormering vastgesteld [1 en 2]. Tevens is een handreiking externe veiligheid vervoer gevaarlijke stoffen gepubliceerd [3].

Een combinatie van verschillende aspecten is bepalend voor het risiconiveau voor specifieke trajecten van transportroutes:

- de omvang van de vervoersstroom, die bepalend is voor de kans op ongevallen met effecten op de omgeving;
- de soort van gevaarlijke stoffen, die bepalend is voor de effecten op de omgeving;
- de veiligheid, die bepalend is voor de kans op ongevallen;
- het aantal mensen langs de route, dat bepalend is voor het mogelijk aantal dodelijke slachtoffers.

De risicobenadering externe veiligheid kent twee begrippen om het risiconiveau voor activiteiten met gevaarlijke stoffen in relatie tot de omgeving aan te geven. Deze begrippen zijn het plaatsgebonden risico (PR, voorheen het individueel risico genoemd) en het groepsrisico (GR). Het PR is de kans per jaar dat een persoon, die zich continu en onbeschermd op een bepaalde plaats in de omgeving van een transportroute bevindt, overlijdt door een ongeval met het transport van gevaarlijke stoffen op die route. Plaatsen met een gelijk risico kunnen door zogenaamde risicocontouren op een kaart worden weergegeven. Het PR leent zich daarmee goed voor het vaststellen van een veiligheidszone tussen een route en kwetsbare bestemmingen, zoals woonwijken. Het GR geeft aan wat de kans is op een ongeval met tien of meer dodelijke slachtoffers in de omgeving van de beschouwde activiteit. Het aantal personen dat in de omgeving van de route verblijft, bepaalt daardoor mede de hoogte van het GR. Het GR wordt weergegeven in een zogenaamde fN-curve, op de verticale as staat de cumulatieve kans per jaar  $f$  op een ongeval met  $N$  of meer slachtoffers en op de horizontale as het aantal slachtoffers. Het GR wordt bijvoorbeeld gebruikt om vast te stellen of de woningdichtheid in een bepaald gebied nog kan worden vergroot.

Beide begrippen vullen elkaar aan: ze maken het mogelijk om vanuit verschillende invalshoeken situaties op risico te beoordelen. Met het PR wordt de aan te houden afstand geëvalueerd tussen de activiteit en kwetsbare functies, zoals woonbebouwing, in de omgeving. Met het GR wordt geëvalueerd of gegeven deze afstand tussen de activiteit en kwetsbare functies er als gevolg van een ongeval een groot aantal slachtoffers kan vallen, doordat er een grote groep personen blootgesteld wordt.

## 2.2. Plaatsgebonden risico

In het kader van de risicobenadering moet de vraag worden beantwoord of er sprake is van een relatief hoog risico. Afhankelijk van de omvang van de vervoersstromen en de specifieke gevaren voor de omgeving, kan een zekere scheiding tussen transportroutes en werk- en woongebieden gewenst zijn. Bij deze vraagstelling worden de risiconormen gehanteerd, die door de rijksoverheid zijn vastgesteld [1]. In de volgende tabel wordt weergegeven welke normen voor het plaatsgebonden risico op de verschillende situaties van toepassing zijn.

Situatie		Vervoersbesluit	Omgevingsbesluit
Bestaand		Grenswaarde PR $10^{-5}$ Streven naar PR $10^{-6}$	Grenswaarde PR $10^{-5}$ Streven naar PR $10^{-6}$
Nieuw	Kwetsbare objecten	Grenswaarde PR $10^{-6}$	Grenswaarde PR $10^{-6}$
	Beperkt kwetsbare objecten	Richtwaarde PR $10^{-6}$	Richtwaarde PR $10^{-6}$

Voor nieuwe situaties (een nieuwe route, een significante verandering in de transportstroom, nieuwe kwetsbare bestemmingen) geldt de PR-norm als grenswaarde. Voor bijzondere situaties wordt de mogelijkheid open gehouden om op basis van een integrale belangenafweging van deze grenswaarde af te wijken. De beslissing van het bevoegd gezag om af te wijken dient ter goedkeuring te worden voorgelegd aan de betrokken ministeries. Voor bestaande situaties met een PR hoger dan  $10^{-6}$  /jr wordt er naar gestreefd om aan de grens van kwetsbare bestemmingen het PR te verlagen tot het gestelde normniveau. Voor dergelijke situaties geldt het stand-still beginsel voor nieuwe ontwikkelingen. Veelal is sprake van een gegroeide situatie en is het niet altijd mogelijk om aan de norm voor nieuwe situaties te voldoen. Mogelijkheden om hogere risico's te reduceren kunnen zich bijvoorbeeld voordoen bij infrastructurele aanpassingen, die om andere redenen worden voorzien. Er wordt niet een op zichzelf staand saneringsbeleid gevoerd. Voor bestaande situaties is eerst van dringende sanering sprake indien kwetsbare bestemmingen binnen een gebied liggen met een PR hoger dan  $10^{-5}$  /jr.

In de circulaire is een (niet limitatieve) lijst van kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten (respectievelijk categorie I en II) opgenomen:

### I Kwetsbaar object:

- a. woningen, niet zijnde woningen als bedoeld in categorie II onder a;
- b. gebouwen bestemd voor het verblijf, al dan niet gedurende een gedeelte van de dag, van minderjarigen, ouderen, zieken of gehandicapten, zoals:
  - 1°. ziekenhuizen, bejaardenhuizen en verpleeghuizen;
  - 2°. scholen;
  - 3°. gebouwen of gedeelten daarvan, bestemd voor dagopvang van minderjarigen;
- c. gebouwen waarin grote aantallen personen gedurende een groot gedeelte van de dag aanwezig zijn, zoals:

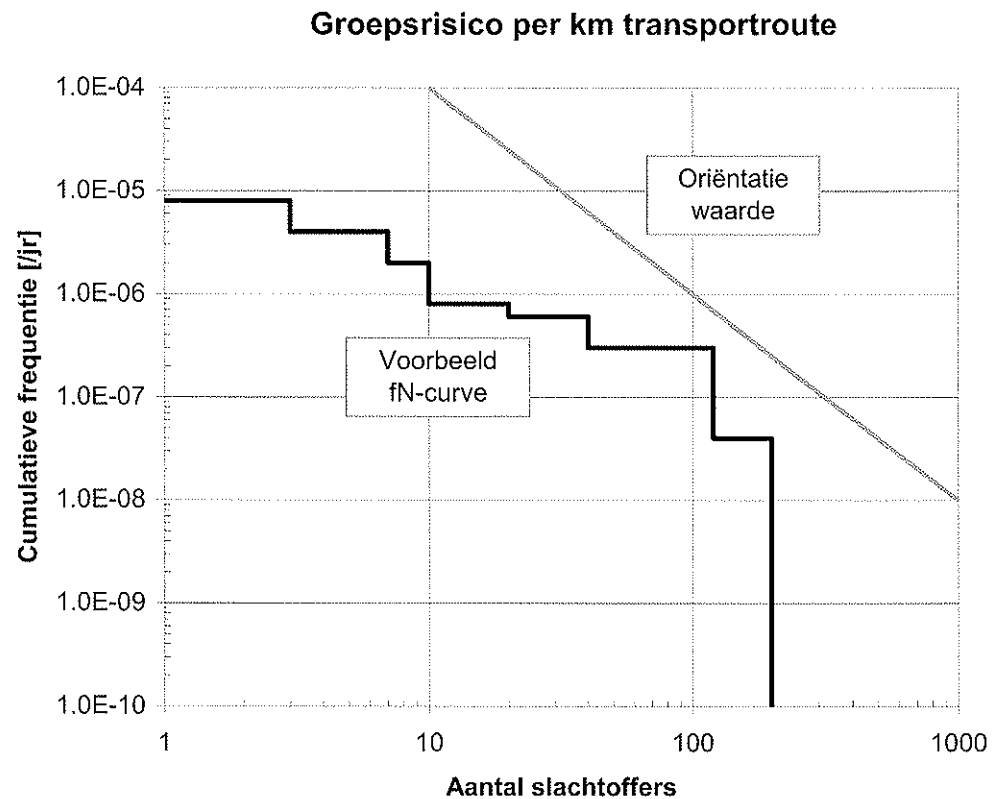
- 1°. kantoorgebouwen en hotels met een bruto vloeroppervlak van meer dan 1500 m<sup>2</sup> per object;
- 2°. complexen waarin meer dan 5 winkels zijn gevestigd en waarvan het gezamenlijk bruto vloeroppervlak meer dan 1000 m<sup>2</sup> bedraagt en winkels met een totaal bruto vloeroppervlak van meer dan 2000 m<sup>2</sup> per object, voor zover in die complexen of in die winkels een supermarkt, hypermarkt of warenhuis is gevestigd;
- d. kampeer- en andere recreatieterreinen bestemd voor het verblijf van meer dan 50 personen gedurende meerdere aaneengesloten dagen;

## II Beperkt kwetsbaar object:

- a. 1°. verspreid liggende woningen van derden met een dichtheid van maximaal twee woningen per hectare;
- 2°. dienst- en bedrijfswoningen van derden;
- 3°. lintbebouwing, voor zover deze loodrecht of nagenoeg loodrecht is gelegen op de contouren van het plaatsgebonden risico van een route of tracé;
- b. kantoorgebouwen, voor zover zij niet in categorie I onder c vallen;
- c. hotels en restaurants, voor zover zij niet in categorie I onder c vallen;
- d. winkels, voor zover zij niet in categorie I onder c vallen;
- e. sporthallen, zwembaden en speeltuinen;
- f. sport- en kampeertreinen en terreinen bestemd voor recreatieve doeleinden, voor zover zij niet in categorie I onder d vallen;
- g. bedrijfsgebouwen, voor zover zij niet in categorie I onder c vallen;
- h. objecten die met de onder a tot en met e en g genoemde gelijkgesteld kunnen worden uit hoofde van de gemiddelde tijd per dag gedurende welke personen daar verblijven, het aantal personen dat daarin doorgaans aanwezig is en de mogelijkheden voor zelfredzaamheid bij een ongeval, voorzover die objecten geen kwetsbare objecten zijn, en
- i. objecten met een hoge infrastructurele waarde, zoals een telefoon- of elektriciteitscentrale of een gebouw met vluchtleidingsapparatuur, voorzover die objecten wegens de aard van de gevaarlijke stoffen die bij een ongeval kunnen vrijkomen, bescherming verdienen tegen de gevolgen van dat ongeval;
- j. objecten, zoals wegrestaurants over of naast een weg en passagiersstations, die een functionele binding hebben met de risico opleverende activiteit.

## 2.3. Groepsrisico

De oriëntatiewaarde voor het groepsrisico is per km-route of --tracé bepaald op  $10^{-2} / N^2$ , dat wil zeggen een frequentie van  $10^{-4}$  /jr voor 10 slachtoffers,  $10^{-6}$  /jr voor 100 slachtoffers, etc. en geldt vanaf het punt met 10 slachtoffers. In figuur 1 is ter illustratie van het bovenstaande een voorbeeld van een fN-curve en de oriëntatiewaarde gegeven. De oriëntatiewaarde houdt in dat het bevoegd gezag daarvan gemotiveerd kan afwijken. Berekenende risico's worden getoetst aan deze normen. Deze toetsing maakt duidelijk of sprake is van situaties waarbij risicoreducerende maatregelen aan de orde moeten komen, bijvoorbeeld het vergroten van de afstand tussen de route en de woonbebouwing of het beperken van de woningdichtheid in een bepaald bebouwingsgebied.



Figuur 1. Voorbeeld groepsrisico transportroute

Bij het beoordelen van het GR wordt het (lokale) bevoegd gezag de mogelijkheid geboden om gemotiveerd van de oriëntatiewaarde voor het GR af te wijken. Er moet sprake zijn van een openbare en goed inzichtelijke belangenafweging, waarin moet zijn aangegeven waarom in het specifieke geval daarvan is afgeweken. De beslissing om van de oriëntatiewaarde af te wijken is vatbaar voor beroep. Het GR wordt voor het gehele relevante gebied berekend. Door middel van bronmaatregelen wordt zonnig en zo mogelijk dat risico gereduceerd. Daar waar het gaat om het stellen van randvoorwaarden in de ruimtelijke ordening wordt, om het werkbaar te houden, het afwegingsgebied echter gemaximaliseerd tot 200 meter van de route cq. het tracé. Het GR geeft voor dit gebied aan welke bebouwingsdichtheid nog acceptabel is, gelet op de voorgestelde oriëntatiewaarde. In het aangegeven gebied is bebouwing dus wel toegestaan maar is de dichtheid van bebouwing soms gelimiteerd.

Bij de toetsing moet worden gezien of de kans per kilometer route of tracé op een bepaald aantal slachtoffers groter is dan de oriëntatiewaarde. De oriëntatiewaarde geldt in alle situaties, dus voor zowel vervoers- als omgevingsbesluiten en zowel in bestaande als nieuwe situaties.



Bij een overschrijding van de oriëntatiewaarde van het groepsrisico of een toename van het groepsrisico, moeten beslissingsbevoegde overheden het groepsrisico betrekken bij de vaststelling van het vervoersbesluit of omgevingsbesluit. Dit is in het bijzonder van belang in verband met aspecten van zelfredzaamheid en hulpverlening.

Er moet altijd worden nagegaan of door het treffen van maatregelen niet alsnog aan de oriëntatiewaarde kan worden voldaan of dat de toename van het groepsrisico niet kan worden verminderd. Als dit niet mogelijk blijkt te zijn, dan dient in overleg met betrokken overheden te worden gestreefd naar een zo laag mogelijk risico uit hoofde van het ALARA-beginsel (As Low As Reasonably Achievable).

Over elke overschrijding van de oriëntatiewaarde van het groepsrisico of toename van het groepsrisico moet verantwoording worden afgelegd. Het betrokken bestuursorgaan moet, al dan niet in verband met de totstandkoming van een besluit, expliciet aangeven hoe de diverse factoren zijn beoordeeld en eventuele in aanmerking komende maatregelen zijn afgewogen. Daarbij moet steeds in overleg worden getreden met andere betrokken overheden over de te volgen aanpak. Het is raadzaam ook het bestuur van de regionale brandweer hierbij te consulteren. In de motivering bij het betrokken besluit moeten de volgende gegevens worden opgenomen:

*Beschrijving huidig en toekomstig GR*

- het groepsrisico;
- indien van toepassing: het eerder vastgestelde groepsrisico;
- een aanduiding van het invloedsgebied;
- de aanwezige dichtheid van personen en de in de toekomst redelijkerwijs voorzienbare dichtheid per hectare in dit invloedsgebied;
- een aanduiding van de vervoersstromen, in termen van de aard en de omvang van gevaarlijke stoffen die specifiek bijdragen aan de overschrijding van de oriënterende waarde, alsmede een aanduiding in hoofdlijnen van de bijdrage van de verschillende transportstromen aan het groepsrisico;
- een aanduiding van de redelijkerwijs voorzienbare vervoerstromen in de toekomst met in begrip van een aanduiding van de invloed daarvan op het groepsrisico ;
- de bijdrage in hoofdlijnen van de aanwezige en van de redelijkerwijs voorzienbare toekomstige (beperkt) kwetsbare objecten aan de hoogte van het groepsrisico;

*Bronmaatregelen en RO-maatregelen*

- de mogelijkheden tot beperking van het groepsrisico, zowel nu als in de toekomst, met betrekking tot het vervoer en de ruimtelijke ontwikkelingen en de voor- en nadelen hiervan;

*Beheersbaarheid*

- de mogelijkheden van de voorbereiding op de bestrijding van en de beperking van de omvang van een ramp of zwaar ongeval als bedoeld in artikel 1 van de Wet rampen en zware ongevallen;

*Zelfredzaamheid*

- de mogelijkheden voor personen die zich bevinden in het invloedsgebied van de route of het tracé om zich in veiligheid te brengen indien zich een ramp of zwaar ongeval voordoet.

### 3. Uitgangspunten risicoberekening

#### 3.1. RBM II

Het risico van het transport wordt berekend met RBM II, ontwikkeld in opdracht van het ministerie van Verkeer en Waterstaat voor evaluatie van transportroutes [4]. De methodiek is samengevat in bijlage 1. Voor de berekening zijn de volgende gegevens nodig:

- De transportintensiteit van gevaarlijke stoffen.
- De uitstromingsfrequentie, de kans per voertuigkilometer dat een tankauto met gevaarlijke stoffen betrokken raakt bij een ongeval zodanig dat er uitstroming van de stof optreedt. In deze studie wordt uitgegaan van de standaard uitstromingsfrequentie voor een weg binnen de bebouwde kom.
- Het aantal personen dat langs de route blootgesteld wordt aan de gevolgen van een ongeval. De bevolkingsdichtheden worden aangegeven in vierhoeken langs de route met een uniforme dichtheid per vierhoek.

#### 3.2. Transportintensiteit

Tabel 1 toont gegevens over de jaarintensiteit beladen bulktransporten in 2007. Deze intensiteit is afgeleid uit tellingen in 2007 verricht in opdracht van Rijkswaterstaat DVS (Dienst Verkeer en Scheepvaart). De waarnemingen zijn verricht met een automatisch cameradetectiesysteem voor een tijdsperiode van een week voor beide rijrichtingen afzonderlijk (17 mei 2007 t/m 24 mei 2007). Bij de risicoberekening wordt standaard aangenomen dat 70% van het transport overdag plaatsvindt tussen 6:30 en 18:30 uur en 30% 's nachts.

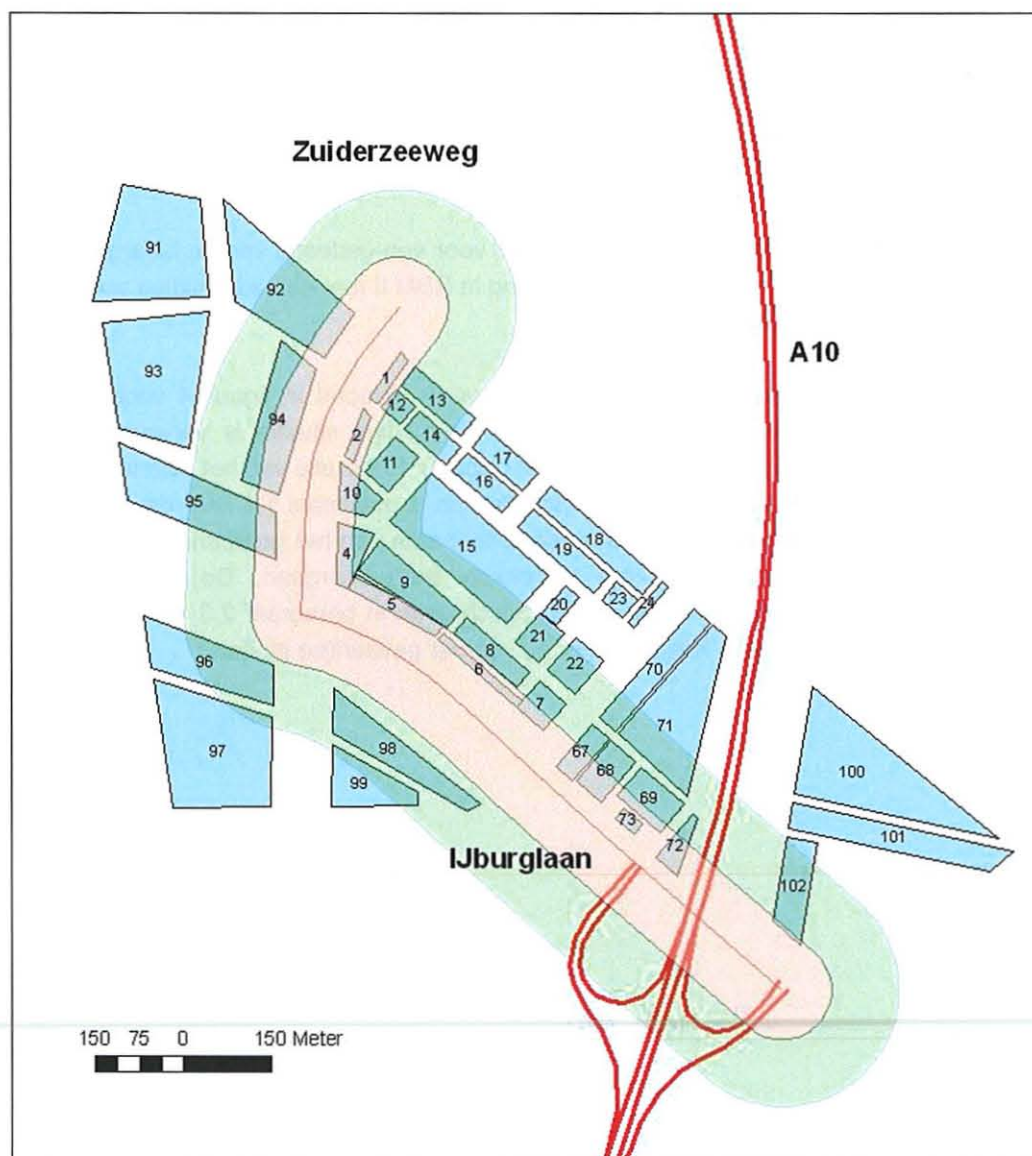
Voor het transport van gevaarlijke stoffen over de weg wordt het risiconiveau bepaald door het transport van tot vloeistof verdicht brandbaar gas (stofcategorie GF3). Voor de toekomstige transportsituatie is gebruik gemaakt van een toekomstverkenning uitgevoerd door Rijkswaterstaat AVV voor 2020 en 2040 [6]. Op basis van het Global Economy scenario kan hieruit voor de stofcategorieën LF1 en LF2 een groei van circa 12% tot 2018 worden afgeleid (groeipercentage per jaar 1%). Voor de stofcategorie GF3 wordt geen groei van de intensiteit aangenomen.

Type	Stof categorie	Aantal 2007	Groei 2018 [%]	Aantal 2018
Brandbaar gas	GF3	1622	0	1622
Brandbare vloeistof	LF1	187	12	209
	LF2	94	12	105

Tabel 1. Transportintensiteit Zuiderzeeweg (aantal beladen transporten per jaar)

### 3.3. Bebouwing

De ligging van de bebouwingsgebieden wordt getoond in figuur 1. Langs de weg zijn langgerekte gebieden gepland met een relatief hoge personendichtheid. Deze bebouwingsgebieden bevinden zich grotendeels binnen 85 m afstand van de as van de weg, in de figuur aangegeven als het roze gebied. Bebouwing in het roze gebied bepaalt de grootte van het groepsrisico, omdat wordt aangenomen dat bij een groot ongeval met GF3 binnen een gebied met een straal van 85 m rond het ongevalspunt iedereen komt te overlijden. Het groene gebied is het gebied op 200 m afstand van de as van de weg. Binnen dit gebied dienen bebouwingsplannen te worden getoetst aan de normstelling externe veiligheid. In bijlage 2 zijn de gegevens betreffende het aantal personen in deze gebieden samengevat.



Figuur 2. Ligging bebouwingsgebieden

## 4. Risicoberekening

### 4.1. Plaatsgebonden risico

De berekende afstand vanaf het midden van de weg tot de PR-contouren wordt getoond in tabel 2. Er is geen contour aanwezig voor de grenswaarde van  $1.0 \cdot 10^{-6}$  /jr. Het plaatsgebonden risico vormt daarom geen belemmering voor het realiseren van nieuwe bebouwing langs de weg.

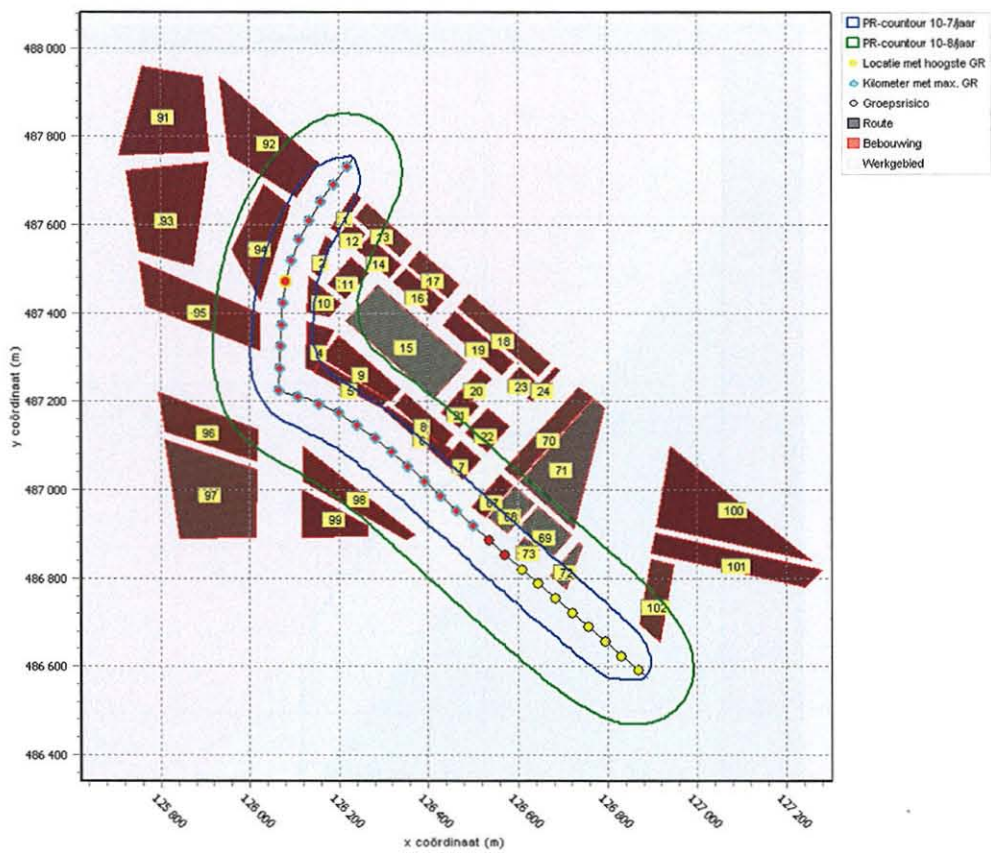
Transportintensiteit	Afstand [m]		
	$10^{-6}$	$10^{-7}$	$10^{-8}$
IJburglaan en Zuiderzeeweg	0	58	140

Tabel 2. Afstand tot PR-contouren vanaf midden van de weg

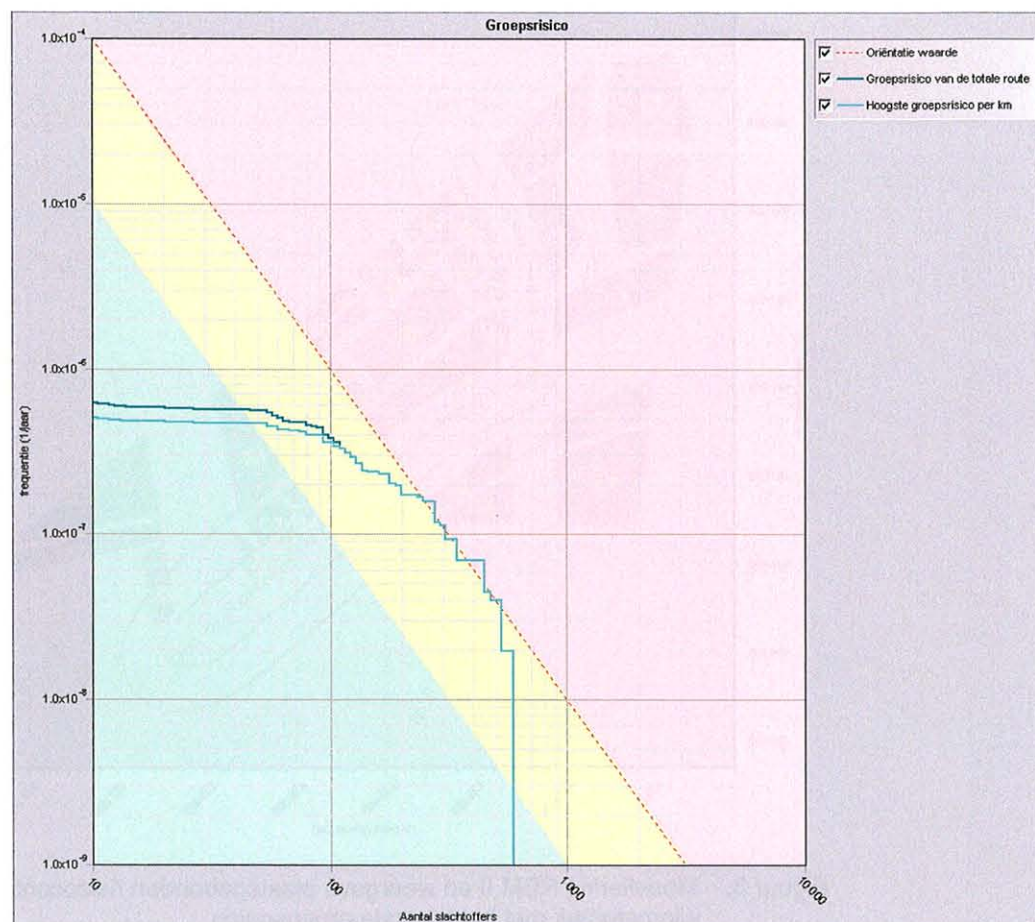
### 4.2. Groepsrisico

Het groepsrisico is berekend voor een gedeelte van de IJburgbaan en de Zuiderzeeweg. Figuur 3 toont de modellering in RBM II met een aanduiding van het kilometervak met het hoogste groepsrisico.

Het berekende groepsrisico wordt getoond in figuur 4 voor de gewenste toekomstige situatie. Het groepsrisico in de huidige situatie is verwaarloosbaar klein (er is geen relevante bebouwing in het gebied). Realisatie van het plan leidt dus tot een toename van het groepsrisico. Het groepsrisico is maximaal 1.4 keer de oriënterende waarde bij circa 450 slachtoffers. Over deze toename van het groepsrisico moet verantwoording worden afgelegd door het betrokken bestuursorgaan. De belangrijkste aspecten van de benodigde afweging zijn beschreven in paragraaf 2.3 van dit rapport, gebaseerd op de Circulaire Risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen.



Figuur 3. Modelling RBM II en weergave plaatsgebonden risicocontouren en het kilometervak met het grootste groepsrisico



Figuur 4. Groepsrisico toekomstige situatie

## 5. Conclusie

De gemeente Amsterdam is voornemens nieuwbouw te realiseren op het Zeeburgereiland. In het plangebied liggen de IJburglaan en de Zuiderzeeweg die deel uitmaken van de route gevaarlijke stoffen. Bij de besluitvorming moet daarom rekening worden gehouden met het aspect externe veiligheid.

Voor het plaatsgebonden risico leidt de berekening niet tot een contour voor de grenswaarde van  $1.0 \cdot 10^{-6}$  /jr. Het plaatsgebonden risico langs de weg is nergens groter dan  $1.0 \cdot 10^{-6}$  /jr en vormt daarom geen belemmering voor het nieuwbouwplan.

Het groepsrisico in de huidige situatie is verwaarloosbaar klein (er is geen relevante bebouwing in het gebied). Realisatie van het nieuwbouwplan leidt tot een toename van het groepsrisico. Het groepsrisico is maximaal 1.4 keer de oriënterende waarde bij circa 450 slachtoffers. Over deze toename van het groepsrisico moet verantwoording worden afgelegd door het betrokken bestuursorgaan.

## Referenties

1. Ministerie V&W 2004 Circulaire Risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen
2. Ministeries V&W en VROM 1996 Nota risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen Tweede Kamer, 1995-1996, 24611, nrs. 1 en 2
3. IPO/VNG 1998 Handreiking externe veiligheid vervoer gevaarlijke stoffen
4. AVIV 2004 Handleiding RBM II Rapport nr. 00307
5. AVIV 2005 Deelonderzoek externe veiligheid MER Zeeburgereiland Rapport nr. 04667
6. AVIV 2005 Risiconiveau Zeeburgereiland variant bebouwing Notitie nr. 05811
7. Rijkswaterstaat AVV 2007 Verwachtingen vervoer gevaarlijke stoffen over de weg 2007



## Bijlage 1. RBM II

### 1. Overzicht

Voor evaluatie van de externe veiligheid van het transport van gevaarlijke stoffen is de rekenmethodiek RBM II ontwikkeld [1]. Hiermee kan het plaatsgebonden risico en groepsrisico veroorzaakt door het transport berekend worden.

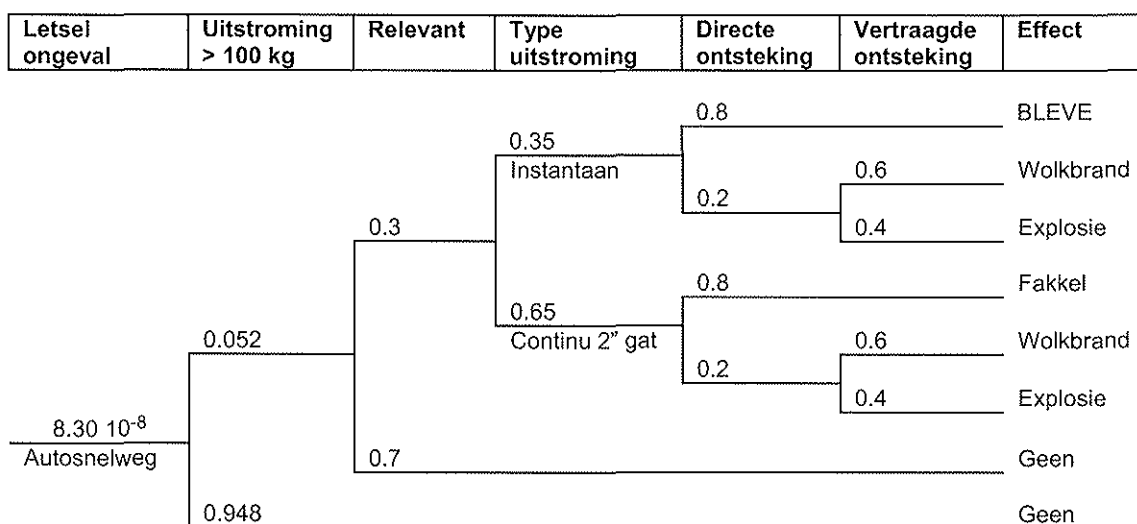
In RBM II bestaat de systeembeschrijving uit de typering van het traject, de lengte van het traject, en de aantallen transporten per jaar per stofcategorie. De fractie van het transport die overdag plaatsvindt kan worden opgegeven.

De bevolkingsdichtheden worden aangegeven in vierhoeken langs de route met een uniforme dichtheid per vierhoek. Er kan voor de dag en nacht een personendichtheid worden opgegeven. De ongevalsscenario's en de effectberekeningen zijn niet door de gebruiker te beïnvloeden. Na het invoeren van de basisgegevens en het starten van de berekeningen worden de resultaten gepresenteerd in de vorm van risicocontouren langs de route en de fN-curve per kilometer.

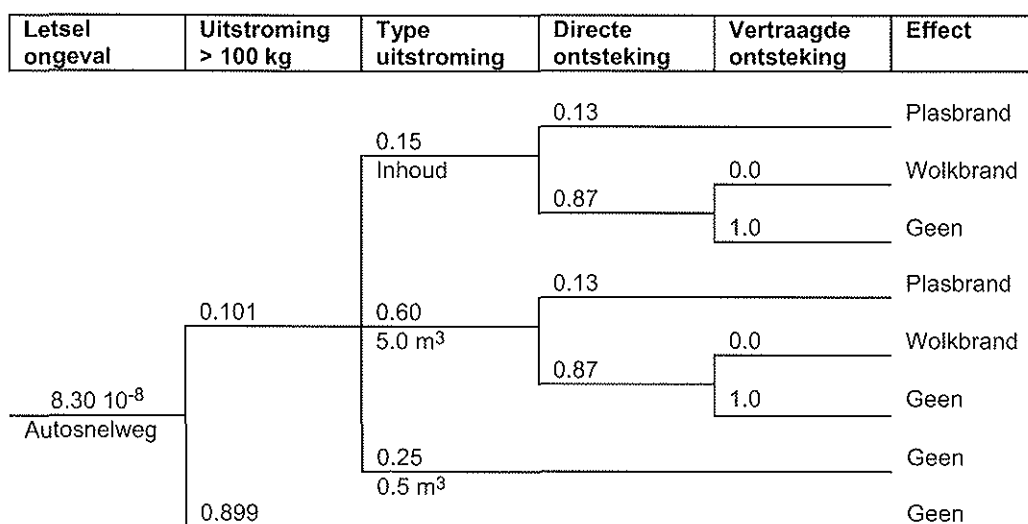
### 2. Gebeurtenisbomen

Figuur 1.1 toont de gebeurtenisboom voor een ongeval met een druktankwagen geladen met brandbaar tot vloeistof verdicht gas. Er wordt verondersteld dat bij vertraagde ontsteking het gas altijd ontsteekt bij de maximale omvang van de wolk. Voor een toxisch tot vloeistof verdicht gas wordt dezelfde gebeurtenisboom gebruikt tot en met de tak type uitstroming. Het effect is een toxische gaswolk.

Figuur 1.2 toont de gebeurtenisboom voor een ongeval met een atmosferische tankwagen geladen met brandbare vloeistof. De kans op directe ontsteking geldt voor de stofcategorie LF2. Voor de stofcategorie LF1 wordt een 30 maal kleinere waarde gebruikt. Er wordt geen rekening gehouden met vertraagde ontsteking. Het dampgenererend vermogen van de vloeistoffen is gering, zodat er geen brandbare gaswolk van enige omvang zal ontstaan. Voor een toxische vloeistof wordt dezelfde gebeurtenisboom gebruikt tot en met de tak type uitstroming. Het effect is een toxische gaswolk. Voor een vloeistof die zowel brandbaar als toxisch is worden de effecten gecombineerd.



Figuur 1.1. RBM II gebeurtenisboom uitstroming brandbaar gas druktankwagens



Figuur 1.2. RBM II gebeurtenisboom uitstroming brandbare vloeistof atmosferische tankwagens

### 3. Ongevalsequentie en kans op uitstroming

RBM II bevat defaultwaarden voor de uitstromingsfrequentie van druk- en atmosferische tankwagens voor drie wegtypen. Deze basisgegevens zijn afgeleid in een studie uitgevoerd in 1994 [3] en samengevat in een handleiding [4, zie ook 2]. De uitstromingsfrequentie wordt getoond in tabel 1.1. Door RBM II wordt de uitstromingsfrequentie voor atmosferische tankwagens gevraagd. De uitstromingsfrequentie voor druktankwagens wordt in RBM II afgeleid uit de onderlinge verhouding.

Wegtype	Uitstromingsfrequentie [vtgkm]	
	Druk	Atmosferisch
Autosnelweg	$4.32 \cdot 10^{-9}$	$8.38 \cdot 10^{-9}$
Buiten bebouwde kom	$1.22 \cdot 10^{-8}$	$2.77 \cdot 10^{-8}$
Binnen bebouwde kom	$3.54 \cdot 10^{-9}$	$1.24 \cdot 10^{-8}$

Tabel 1.1. Uitstromingsfrequentie RBM II voor verschillende wegtypen

In RBM II wordt de uitstromingsfrequentie gebruikt, omdat de totale (inclusief de ongevallen zonder uitstroming) ongevalsequentie van druktankwagens en atmosferische tankwagens niet af te leiden is uit de bestaande ongevallenregistratie. Aangezien de ongevalsequentie van tankauto's niet bekend is, is ook de kans op uitstroming groter dan 100 kg onder de voorwaarde van een ongeval met een tankauto, niet bekend. In de getoonde gebeurtenisbomen is de uitstromingsfrequentie gedefinieerd als het product van een (motorvoertuig)letselongevalsequentie en een kans op uitstroming groter dan 100 kg. Deze kans op uitstroming is afgeleid uit het quotient van de uitstromingsfrequentie en de gemiddelde (motorvoertuig)letselongevalsequentie. De uitstromingsfrequentie is bepaald uit de casuïstiek, de kans op uitstroming hangt af van welke ongevalsequentie wordt gebruikt. Door deze opzet van de gebeurtenisbomen is het mogelijk een locatiespecifieke analyse uit te voeren, op de wijze zoals hierna wordt toegelicht.

Bij het uitvoeren van een locatiespecifieke analyse wordt de motorvoertuigletselongevalsequentie afgeleid uit de bestaande ongevallenregistratie voor de te analyseren wegvakken. De motorvoertuigletselongevalsequentie is hier gedefinieerd als de kans per afgelegde kilometer waarmee een motorvoertuig betrokken raakt bij een letselongeval, waarbij ongevallen met langzaam verkeer niet worden meegeteld. De gevonden waarden voor de wegvakken worden vergeleken met de landelijk gemiddelde waarden in tabel 1.2. De uitstromingsfrequentie voor de wegvakken wordt vervolgens bepaald door de landelijk gemiddelde uitstromingsfrequentie te vermenigvuldigen met de verhouding tussen de lokale en landelijk gemiddelde motorvoertuigletselongevalsequentie. Bij een locatiespecifieke analyse wordt dus verondersteld dat de uitstromingsfrequentie een lineaire functie is van de letselongevalsequentie.

Wegtype	Ongevalse frequentie [/vtgkm]	Kans op uitstroming > 100 kg	
		Druk	Atmosferisch
Autosnelweg	$8.30 \cdot 10^{-8}$	0.052	0.101
Buiten bebouwde kom	$3.60 \cdot 10^{-7}$	0.034	0.077
Binnen bebouwde kom	$5.90 \cdot 10^{-7}$	0.006	0.021

Tabel 1.2. Motorvoertuigletselongevalsfrequentie (zonder ongevallen met langzaam verkeer) en kans op uitstroming voor verschillende wegtypen

#### 4. Voorbeeldstoffen

In RBM II zijn standaardscenario's opgenomen voor de verschillende stofcategorieën. Voor elke stofcategorie worden de effectberekeningen uitgevoerd voor een voorbeeldstof. De voorbeeldstoffen worden getoond in tabel 1.3.

Hoofdcategorie	Categorie	VN-nummer	Stofnaam
Brandbare gassen	GF0		(Niet ingevuld)
	GF1	1040	Ethyleenoxide
	GF2	1011	Butaan
	GF3	1978	Propaan
Toxische gassen	GT1	1016	(Niet ingevuld)
	GT2	1064	Methylmercaptaan
	GT3	1079	Ammoniak
	GT4		Waterstofjodide
	GT5	1017	Chloor
	GT6		(Niet ingevuld)
	GT7	1076	Fosgeen
Brandbare vloeistoffen	LF1	1206	Heptaan
	LF2	1207	Pentaaan
Toxische vloeistoffen	LT1	1093	Acrylnitril
	LT2	1277	Propylamine
	LT3	1092	Acroleïne
	LT4	2480	Methylisocyanaat
	LT5		(Vervoersverbod)
	LT6		(Vervoersverbod)
Explosieven	EX1		(Niet ingevuld)
	EX2		(Niet ingevuld)
	EX3		(Niet ingevuld)

Tabel 1.3. Voorbeeldstoffen RBM II

#### 5. Meteorologische omstandigheden

In RBM II kan een weerstation worden geselecteerd waarvan de meteorologische gegevens worden gebruikt. Het wegvervoer vindt voor 80% gedurende de dag en voor 20% gedurende de nacht plaats.

## Referenties

1. AVIV                      2004    Handleiding RBM II
2. VeVoWeg                1996    Handreiking risicobepalingsmethodiek externe veiligheid vervoer gevaarlijke stoffen over de weg & voorbeeldstudie  
Deelnota 3 opgesteld door DNV Technica
3. AVIV                      1994    Fundamenteel onderzoek naar kanscijfers voor risicoberekeningen bij wegtransport gevaarlijke stoffen  
Rapport voor ministeries VROM en V&W
4. AVIV                      1994    Handleiding risicoberekening wegtransport gevaarlijke stoffen. Bepaling faalkansen  
Rapport voor ministeries VROM en V&W

## Bijlage 2. Gegevens bebouwing

De gegevens voor de aanwezigheid van personen in de bebouwingsgebieden zijn verstrekt door de opdrachtgever. Tabel 2.1 toont deze gegevens.

Vak	Opp in ha	Inwoners	Werknemers dag/nacht	Werknemers kantoor	Werknemers industrie	Aantal bedden	Aantal leerlingen	Aantal bezoekers	Aantal reizigers
1	0.17	134	0	0	0	0	0	0	0
2	0.15	288	0	0	0	0	0	0	0
4	0.42	348	0	0	0	0	0	0	0
5	0.43	278	0	0	0	0	0	0	0
6	0.23	410	0	0	0	0	0	0	0
7	0.35	214	0	0	0	0	0	0	0
8	0.49	138	25	7	0	25	36	5	0
9	0.88	336	0	0	0	0	0	0	0
10	0.39	0	0	80	0	0	800	80	0
11	0.41	362	25	0	0	25	0	4	0
12	0.17	0	0	38	0	0	380	38	0
13	0.54	118	0	0	0	0	0	0	0
14	0.37	245	24	10	0	24	48	5	0
15	2.87	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0.44	305	0	0	0	0	0	0	0
17	0.46	113	0	0	0	0	0	0	0
18	0.94	216	0	0	0	0	0	0	0
19	0.69	431	0	10	0	0	48	1	0
20	0.20	0	0	30	0	0	0	150	0
21	0.34	278	0	0	0	0	0	0	0
22	0.47	0	0	80	0	0	800	80	0
23	0.19	0	0	38	0	0	380	38	0
24	0.12	101	0	0	0	0	0	0	0
67	0.36	0	10	20	0	164	0	5	0
68	0.52	0	6	0	0	0	0	6	0
69	0.61	0	0	0	10	0	0	0	0
70	0.95	0	0	0	286	0	0	14	0
71	2.39	0	0	0	280	0	0	14	0
72	0.28	0	0	0	5	0	0	0	0
73	0.10	0	0	0	5	0	0	0	0
91	3.13	1920	0	0	0	0	0	0	0
92	2.62	1440	0	0	0	0	380	38	0
93	3.14	1440	0	0	0	0	0	0	0
94	1.65	720	0	0	0	0	0	0	0
95	2.31	720	0	20	0	0	0	100	0
96	1.63	432	0	0	0	0	0	0	0
97	3.50	600	0	0	0	0	0	0	0
98	1.27	312	0	50	0	0	0	250	0
99	0.99	432	0	56	0	0	0	280	0
100	3.31	1632	0	160	0	0	0	900	0
101	1.63	768	0	0	300	0	0	15	0
102	0.86	0	0	0	270	0	0	14	0

Tabel 2.1. Gegevens bebouwingsgebieden verstrekt door de opdrachtgever

Voor gebruik in RBM II is een personendichtheid per hectare afgeleid voor de situatie dag en nacht. Tabel 2.2 toont het resultaat. Het aantal personen overdag is 70% van de bewoners, 30% van het aantal werknemers gedurende de dag en nacht (continudienst), 100% van de weknemers kantoor en industrie, 100% van de leerlingen en 100% van het aantal bedden. Het aantal personen 's nachts is 100% van de bewoners, 30% van het aantal werknemers gedurende de dag en nacht (continudienst), 5% van het aantal werknemers in kantoren en industrie dag, 100% van het aantal bedden en geen bezoekers en leerlingen.

Vak	Aantal dag	Aantal nacht	Dichtheid dag	Dichtheid nacht
1	94	134	550	786
2	202	288	1307	1868
4	244	348	580	829
5	195	278	456	652
6	287	410	1246	1780
7	150	214	424	606
8	177	171	362	349
9	235	336	267	381
10	960	4	2453	10
11	290	395	706	961
12	456	2	2630	11
13	83	118	153	219
14	266	277	711	740
15	0	0	0	0
16	214	305	482	688
17	79	113	174	248
18	151	216	160	229
19	361	432	524	626
20	180	2	887	7
21	195	278	571	816
22	960	4	2064	9
23	456	2	2429	10
24	71	101	594	848
67	192	168	538	471
68	8	2	15	3
69	10	1	16	1
70	300	14	317	15
71	294	14	123	6
72	5	0	18	1
73	5	0	51	3
91	1344	1920	430	614
92	1426	1440	544	549
93	1008	1440	321	459
94	504	720	305	436
95	624	721	270	312
96	302	432	186	265
97	420	600	120	171
98	518	315	407	247
99	638	435	647	441
100	2202	1640	666	496
101	853	783	524	481
102	284	14	330	16

Tabel 2.2. Gegevens invoer voor RBM II