

## TNO-rapport

TNO 2015 R10760

# Review Van Rossum Rapport “Technische Impact Analyse NPR 9998”

**Technical Sciences**  
Van Mourik Broekmanweg 6  
2628 XE Delft  
Postbus 49  
2600 AA Delft

[www.tno.nl](http://www.tno.nl)

T +31 88 866 30 00  
F +31 88 866 30 10

Datum	1 juni 2015
Auteur(s)	prof.dr.ir. R.D.J.M. Steenbergen prof.ir. A.C.W.M. Vrouwenvelder
Exemplaarnummer	0100285883
Aantal pagina's	16
Aantal bijlagen	3
Opdrachtgever	Ministerie van Economische Zaken
Projectnummer	060.17270

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, foto-kopie, 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 opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belang-hebbenden is toegestaan.

© 2015 TNO

## Managementuittreksel

Titel : Review Van Rossum Rapport "Technische Impact Analyse NPR 9998"  
Auteur(s): prof.dr.ir. R.D.J.M. Steenbergen  
prof.ir. A.C.W.M. Vrouwenvelder  
Datum : 1 juni 2015  
Rapportnr. : TNO 2015 R10760

Van Rossum Raadgevende Ingenieurs Amsterdam bv (hierna Van Rossum) heeft in opdracht van de Provincie Groningen een rapport geschreven getiteld: "Technische Impact Analyse NPR 9998:2015 versie 1.1", waarin het beschrijft wat de impact is van de NPR op het bestaande vastgoed in Groningen.

Het Ministerie van Economische Zaken heeft TNO en Arup gevraagd een review uit te voeren op de uitgangspunten en de gehanteerde methodiek. Deze review is uitgevoerd door TNO in samenwerking met Arup. Met de review wordt beoogd de verschillen te duiden tussen de studie van Van Rossum (150.000 woningen die niet voldoen) en de Impact Assessment Nederlandse Praktijk Richtlijn – Aardbevingsbestendig bouwen door de NPR 9998 stuurgroep (hierna stuurgroep) (90.000 panden die niet voldoen). Het rapport van de stuurgroep baseert de aantallen panden die niet voldoen op een achtergrondrapport van Arup.

De verschillen in aantallen worden veroorzaakt door:

- A. Verschillende definities van wat berekend wordt.
  1. Van Rossum telt adressen waarbij significante versterking noodzakelijk is.
  2. De stuurgroep telt het aantal panden dat niet voldoet aan NPR 9998.
  3. Van Rossum neemt alle wooneenheden (adressen) in meergezinswoongebouwen mee.
  4. De stuurgroep neemt alleen de kleinere meergezinswoongebouwen mee en telt deze als panden.
- B. Verschillende waarden voor de sterkte van de huizen.
  5. Van Rossum baseert de waarden voor de sterkte op een schatting gebaseerd op engineering judgement en aanvullende berekeningen. De gerapporteerde berekeningen zijn niet bruikbaar voor onderbouwing van de aangehouden waarden voor de sterkte. De berekeningen die wel gebruikt zijn voor de onderbouwing zijn niet gerapporteerd.
  6. Van Rossum gebruikt lineair-elastische berekeningsmethoden waarvan bekend is dat deze conservatief zijn.
  7. De stuurgroep gebruikt een sterkte gebaseerd op fragility functions onder aanname dat deze soortgelijk zullen zijn als de uitkomsten van niet-lineaire dynamische tijdsdomein berekeningen.

Het blijkt dat het tellen van adressen (Van Rossum) versus het tellen van panden (stuurgroep) de hoofdoorzaak is van het grote verschil in aantallen die niet voldoen. De 90.000 panden, die genoemd zijn door de stuurgroep, betreffen naar schatting zo'n 120.000 adressen.

De stuurgroep heeft de grotere meergezins woongebouwen niet in haar schattingen meegenomen. Op dit moment ontbreken goede gegevens over de sterkte van dergelijke woongebouwen om dit verantwoord en correct te doen; hiervoor dienen nauwkeurige berekeningen uitgevoerd te worden. Het betreft echter een relatief beperkt aantal panden en het door de stuurgroep genoemde aantal te versterken panden van 90.000 wordt hierdoor nauwelijks beïnvloed.

Indien echter het aantal adressen meegeteld wordt in de grotere meergezins woongebouwen (vele adressen per pand) zal het totaal aantal te versterken adressen c.q. wooneenheden naar schatting uitkomen op ca. 140.000. Dat aantal is maar weinig lager dan het door Van Rossum genoemde aantal van 150.000. De rapporten zijn dus numeriek zeer vergelijkbaar.

Tenslotte dient te worden opgemerkt dat zowel de aantallen in het rapport van Van Rossum als die in het rapport van de stuurgroep als globale schattingen moeten worden gezien. Beide rapporten bevatten onvolkomenheden, schattingen en extrapolaties op basis van engineering judgement. Beter schattingen zijn alleen mogelijk bij nauwkeurigere en op meer typologieën toegespitste berekeningen gekalibreerd op basis van experimenten, zeker daar waar resultaten in de buurt van het afkeurcriterium liggen.

# Inhoudsopgave

	<b>Managementuittreksel</b> .....	<b>2</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Wijze sterktebepaling</b> .....	<b>6</b>
2.1	Hoofddekt Rapport Van Rossum .....	6
2.2	Vergelijking hoofddekt met bijlagen .....	7
<b>3</b>	<b>Wijze bepaling aardbevingsbelastingen</b> .....	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Criterium voor afkeur of versterken</b> .....	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>Totale aantallen gebouwen en geografische spreiding</b> .....	<b>10</b>
5.1	Aantallen Rapport Van Rossum .....	10
5.2	Aantallen stuurgroeprapport .....	10
5.3	Vergelijking aantallen Arup en Van Rossum .....	11
<b>6</b>	<b>Aantallen te versterken gebouwen</b> .....	<b>12</b>
6.1	Aantallen te versterken gebouwen volgens Rapport Van Rossum .....	12
6.2	Aantallen te versterken volgens Arup studie .....	13
<b>7</b>	<b>Slotbeschouwing</b> .....	<b>14</b>
<b>8</b>	<b>Referenties</b> .....	<b>15</b>
<b>9</b>	<b>Ondertekening</b> .....	<b>16</b>
	<b>Bijlage(n)</b>	
	A Arup memo	
	B Reactie Van Rossum	
	C Reactie voorzitter en secretaris NPR stuurgroep	

# 1 Inleiding

Van Rossum Raadgevende Ingenieurs Amsterdam bv heeft in opdracht van de Provincie Groningen een rapport geschreven getiteld: "Technische Impact Analyse NPR 9998:2015 versie 1.1" [2], hierna genoemd Rapport Van Rossum, waarin het beschrijft wat de impact is van de NPR op het bestaande vastgoed in de provincie Groningen.

Het Ministerie van Economische Zaken [1] heeft TNO en Arup gevraagd een second opinion uit te voeren op de uitgangspunten en de gehanteerde methoden in het Rapport Van Rossum.

Met de review wordt beoogd de verschillen te duiden tussen het Rapport Van Rossum [2] en het rapport Impact Assessment Nederlandse Praktijk Richtlijn - Aardbevingsbestendig bouwen zoals opgesteld onder verantwoordelijkheid van de NPR Stuurgroep [3], hierna genoemd stuurgroerapport. De review heeft plaatsgevonden op basis van de inhoud van beide genoemde rapporten. Er zijn geen aanvullende analyses of berekeningen uitgevoerd.

Op verzoek van het Ministerie van Economische Zaken worden de volgende aspecten behandeld in dit rapport:

1. De wijze waarop de sterkte van de gebouwen is bepaald.
2. De wijze waarop de aardbevingsbelastingen op gebouwen zijn bepaald.
3. Het criterium voor het al dan niet moeten afkeuren en versterken van een gebouw.
4. De wijze waarop de aantallen gebouwen en de geografische spreiding zijn bepaald.
5. De wijze waarop de aantallen af te keuren en te versterken gebouwen zijn bepaald.

Bovengenoemde punten worden elk apart in een hoofdstuk behandeld in de hoofdstukken 2 t/m 6. Hoofdstuk 7 bevat de slotbeschouwingen.

De inhoud van dit rapport is mede tot stand gekomen door de input van Ingenieursbureau Arup, zie bijlage A. Prof.dr.ir. Joop Paul is betrokken geweest bij het schrijven van dit rapport. Arup was namelijk verantwoordelijk voor een belangrijk deel van de achtergrondberekeningen van het NPR Stuurgroerapport.

Op 20 mei 2015 heeft een bijeenkomst plaatsgevonden tussen TNO (R. Steenbergen en A. Vrouwenvelder), Arup (J. Paul) en Van Rossum (A. van der Sluis). Naar aanleiding van deze bijeenkomst zijn aan Van Rossum enkele vragen gesteld om het rapport te verduidelijken. Dit betrof vragen met betrekking tot wat precies geteld wordt en met betrekking tot de onderbouwing van de aangehouden waarden voor de sterkte. Het antwoord op deze vragen is verwerkt in onderhavige review.

Op 29 mei 2015 is onderhavige review voorgelegd aan Van Rossum en de voorzitter en secretaris van de inmiddels opgeheven stuurgroep NPR. Hun reacties zijn opgenomen in respectievelijk Bijlage B en C.

## 2 Wijze sterktebepaling

Het Rapport Van Rossum bestaat uit een korte hoofdtekst waarin waarden voor de sterkte genoemd zijn alsmede een aantal bijlagen waarin sterkteberekeningen zijn opgenomen voor de onderzochte huizentypen. In algemene zin kan het volgende gezegd worden:

- Er zijn een aantal zaken niet gerapporteerd waardoor het vergelijken of beoordelen ervan niet mogelijk is.
- Een aantal zaken zijn niet geheel overeenkomstig NPR 9998, versie februari 2015.
- Bij een aantal punten was verheldering op zijn plaats geweest.

### 2.1 Hoofdtekst Rapport Van Rossum

In de hoofdtekst wordt gewerkt met unity checks (UC's) en PGA-waarden waarbij de constructie 'kritisch begint te worden'.

De UC wordt in het rapport gedefinieerd als de noodzakelijke rekenkundige capaciteit gedeeld door de aanwezige capaciteit. Niet vermeld is of deze betrekking heeft op de totale belasting of alleen op de aardbevingsbelasting. Dit maakt dat mogelijk de UC-waarden bij een andere definitie lager zouden kunnen liggen.

De suggestie wordt gewekt dat een UC van 1,5 voldoende zou zijn. Citaat uit het Rapport Van Rossum:

*"De unity check dient daarmee kleiner en of gelijk aan 1 te zijn. Voor bestaande gebouwen kan een overschrijding worden geaccepteerd. In enkele aardbevingslanden wordt een overschrijding van 50% geaccepteerd. Dit betekent dat bij een unity check van meer dan 1,5 het gebouw versterkt moet worden. In de NPR is dit niet aangegeven maar wordt een relatie gelegd met de normen voor bestaande bouw (NEN 8700) . In deze norm worden lagere belastingfactoren toegepast. Deze liggen ca. 15-20% lager dan voor nieuwbouw.."*

Dit is niet conform NPR 9998 waarin reeds rekening gehouden is met een verlaagd veiligheidsniveau voor bestaande bouw analoog aan NEN 8700.

Voor een appartementengebouw wordt gesproken over het 'kritisch worden' bij een PGA van 0,12 g in langsricting en 0,18 g in dwarsrichting (p.4). Voor laagbouw wordt gesproken over 0,15 g (p.5). Het rapport geeft geen nader inzicht in wat de definitie is van 'kritisch begint te worden'.

De hoofdtekst noemt als bron van de waarden voor appartementsgebouwen 'extra controleberekeningen' (p.4). Deze zijn echter niet gerapporteerd.

Van Rossum geeft aan in een nadere toelichting dat deze waarden zijn bepaald op 'basis van de rekenvoorbeelden in combinatie met de jarenlange bureauervaring door het team wat hier aan gewerkt heeft'.

Het rapport geeft geen inzicht of de in de hoofdtekst genoemde waarden voor de sterkte (0,15 g voor laagbouw en 0,12 g voor appartementen) gezien worden als rekenwaarden voor de sterkte conform NPR 9998. Het rapport geeft geen nader inzicht hoe de importance factoren uit NPR 9998 zijn verwerkt bij het vergelijken met een hazardkaart met PGA waarden met een herhalingsstijd van 500 jaar. In een nadere toelichting geeft Van Rossum aan dat 'vanuit de berekeningen is gekeken

wanneer belangrijke onderdelen van een gebouw (b.v. stabiliteitselementen, fundatie) zodanig niet voldoen dat een grote aanpassing noodzakelijk is. Daar is een bijbehorende PGA voor bepaald'. Omdat de werkwijze en berekeningen niet gerapporteerd zijn kan hierover geen nader oordeel gevormd worden.

Uit het rapport kan niet worden opgemaakt of de weerstandsfactor  $\gamma_R$  (NPR art 4.4.2.2.) correct is toegepast. In een nadere toelichting geeft Van Rossum aan dat 'voor de appartementen een factor  $C_f$  gelijkwaardig aan de  $\gamma_R$  is gebruikt; voor de lage gebouwen zijn eenvoudigere berekeningen gemaakt en is de  $\gamma_R$  niet meegenomen'. Dit is niet geheel conform NPR 9998.

In de hoofdtekst (p.5) wordt voor 'laagbouw' aangegeven dat deze 'kritisch begint te worden' bij een piekgrondversnelling (PGA) van 0,15 g.

Het rapport geeft geen nader inzicht in wat de definitie van laagbouw is, bijvoorbeeld of dit alle grondgebonden woningen zijn of ook de meergezins woongebouwen met een hoogte van 2 of 3 verdiepingen? In de bijlagen worden 5 woningtypen doorgerekend; in de hoofdtekst wordt dit onderscheid niet meer gemaakt.

Op basis van het voorgaande kan er geen goed oordeel gevormd worden of met genoemde waarden voor de sterkte wordt aangesloten bij de NPR veiligheidsfilosofie en het plaatsgebonden individueel risico van  $10^{-5}$ .

## 2.2 Vergelijking hoofdtekst met bijlagen

De in de hoofdtekst genoemde waarden voor de sterkte (0,15 g voor laagbouw en 0,12 g voor appartementen) zijn niet terug te vinden in de betreffende bijlagen.

Dit leidt tot de constatering dat de gerapporteerde berekeningen niet bruikbaar zijn voor onderbouwing van de aangehouden waarden voor de sterkte. De berekeningen die wel gebruikt zijn voor de onderbouwing zijn niet gerapporteerd en daardoor niet te beoordelen.

Er kan dus geen oordeel gevormd worden over de correctheid van de door Van Rossum aangehouden waarden van de sterkte van de gebouwen.

De door Van Rossum gebruikte methoden voor de bepaling van de sterkte zijn lineair-elastische methoden met gebruikmaking aan de belastingkant van het plastische responspectrum. Per saldo onderschatten deze methoden doorgaans in hoge mate de werkelijke sterke. NPR 9998 adviseert daarom in paragraaf 4.3.1 geavanceerdere niet-lineaire methoden toe te passen. Het Arup achtergrondrapport bij het stuurgroep rapport geeft aan dat deze methoden sterkte-waarden opleveren die 2 à 3 maal hoger liggen dan de door Van Rossum toegepaste methoden. Dit moet echter nog wel aangetoond worden voor de betreffende woningtypen. Dit kan gedaan worden door de sterkte opnieuw te beschouwen op basis van zorgvuldig gekalibreerde niet-lineaire dynamische tijdsdomein berekeningen, met inbegrip van de grond-constructie interactie.

### 3 Wijze bepaling aardbevingsbelastingen

Hier wordt analoog aan hoofdstuk 2 opgemerkt dat de berekeningen die de basis vormen voor de door Van Rossum aangehouden waarden van de sterkte, niet zijn gerapporteerd. Voor de wel gerapporteerde berekeningen kan wel gezien worden hoe de aardbevingsbelastingen op de onderzochte gebouwen zijn bepaald.

Uitgangspunt voor de berekeningen in de Van Rossum bijlage is NPR 9998 versie van februari 2015 met de PGA contourkaart, het NPR responspectrum en de importance factoren  $\gamma_i$ .

Met betrekking tot de aangehouden belastingen is dus in de gerapporteerde berekeningen NPR 9998 gevolgd. Voor de niet gerapporteerde berekeningen die volgens p.4 van het Van Rossum rapport de basis vormen voor de gebruikte analyse kan geen uitspraak worden gedaan voor de wijze van bepaling van de aardbevingsbelasting.



## 4 Criterium voor afkeur of versterken

In de hoofdtekst geeft Van Rossum diverse malen aan dat de berekende aantallen de woningen betreffen die niet voldoen aan NPR 9998. Dit zou betekenen dat dit de aantallen woningen zijn met een plaatsgebonden individueel risico groter dan  $IR=10^{-5}$ .

Het nader lezen van de hoofdtekst (paragraaf. 5.2, p.9) geeft echter aan dat het Rapport Van Rossum niet het aantal woningen berekent dat niet voldoet aan NPR 9998, maar uitgaande van niet gerapporteerde berekeningen schattingen maakt van de aantallen huizen die ingrijpend constructieve versterking behoeven. Dit scheidt verwarring. Bovendien is niet duidelijk wat de definitie is van 'ingrijpend' in relatie tot de constructieve versterkingsmaatregel.

Door Van Rossum is niet gekeken naar een verhoogd individueel risico van bijvoorbeeld  $10^{-4}$ , dit is wel gedaan door de NPR Stuurgroep, die dit niveau als tijdelijk maximum voorstelt om ervoor te zorgen dat meer huizen snel op een hoger veiligheidsniveau gebracht kunnen worden.

Van Rossum berekent dus aantallen ingrijpend te versterken woningen. Dit is een andere definitie dan 'niet voldoen aan NPR' of 'niet voldoen aan het tijdelijk hogere waarde van het individueel risico zoals voorgesteld door de NPR stuurgroep'.

De gevolgen van het hanteren van een andere definitie (ingrijpend versterken versus niet voldoen aan de NPR) zijn op dit moment moeilijk te kwantificeren. Hiertoe zouden aanvullende berekeningen noodzakelijk zijn.

## 5 Totale aantallen gebouwen en geografische spreiding

In dit hoofdstuk wordt de aanpak van Van Rossum vergeleken met die van de stuurgroep die haar analyse gebaseerd heeft op een rapport van Arup.

### 5.1 Aantallen Rapport Van Rossum

Van Rossum gebruikt data verkregen van de Provincie Groningen en beschouwt alle woningen in de provincie Groningen in een referentiegebied met een  $PGA > 0,12g$  volgens de contourenkaart in de NPR.

Van Rossum (p.10) maakt in haar aantallen onderscheid tussen grondgebonden woningen, meergezins woongebouwen en overige gebouwen.

Op p.10 wordt vermeld dat in de meergezins woongebouwen het aantal wooneenheden binnen een gebouw wordt geteld en dat het aantal gebouwen kleiner is. Er lijkt dus gewerkt te zijn met het aantal adressen en niet met het aantal gebouwen of panden zoals de stuurgroep heeft gedaan. Overigens lijkt het Rapport Van Rossum hierin niet altijd consequent. Zo wordt op p.10 gesproken over verblijfspanden, woningen, gebouwen en verblijfsgebieden.

Tabel 1 geeft een overzicht van de aantallen woningen volgens het Rapport Van Rossum. Op basis van bovenstaande redenering is er vanuit gegaan dat dit adressen betreft. Opgemerkt wordt dat de getallen in de hoofdtekst in paragraaf 5.1 en 5.2 van het Rapport Van Rossum niet overstemmen met de getallen in de tabellen van Bijlage 1 van het Rapport Van Rossum. Hier wordt gewerkt met de aantallen uit die bijlage.

Tabel 1 Aantallen woningen volgens het rapport Van Rossum (o.b.v. Bijlage 1 Van Rossum rapport)

Van Rossum	Bijlage 1 Rapport Van Rossum	
	panden	adressen
Eengezinswoningen	-	114.000
Meergezinswoningen	-	83.000
Woonfunctie, geen type	-	33.000
Totaal woonfunctie		230.000
<i>Geen woonfunctie</i>	-	<i>32.000</i>

In de hoofdtekst van het Van Rossum rapport worden de 114.000 en 33.000 woningen opgeteld tot 147.000 grondgebonden woningen.

### 5.2 Aantallen stuurgroeprapport

Het door de stuurgroep gebruikte achtergrondrapport van Arup gebruikt als basis voor haar analyse de Dataland database voor het gehele invloedsgebied van het Groningen gasveld. Arup neemt als referentiegebied alle woningen met een  $PGA > 0,10g$  volgens de contourenkaart van de NPR.

Arup definieert huizen als 'panden' en telt één meergezinswoning met meerdere wooneenheden als één pand. Arup beschouwt twee typen panden: CC1b panden (ééngesinswoningen) en CC2AH (kleine meergezinswoningen, tot 3 à 4 woonlagen, met meerdere adressen per pand). Door Arup en de NPR stuurgroep zijn grotere meergezins woongebouwen (o.a. appartementencomplexen en flats) niet meegenomen in de studie. De stuurgroep beschikte op dat moment over onvoldoende gegevens, het aantal betreffende panden is beperkt ten opzichte van de andere type panden en aangenomen werd dat de meeste flatgebouwen in de lagere belastingregio's liggen.

Tabel 2 geeft een overzicht van de aantallen uit de Arup rapportage [4].

Om de aantallen uit het Rapport Van Rossum vergelijkbaar te maken met de stuurgroep rapportage heeft Arup ten behoeve van onderhavige review een schatting gedaan voor de aantallen huizen met een PGA tussen 0,10 g en 0,12 g. Daarnaast heeft Arup alsnog onderzocht hoeveel meergezinswoningen niet meegenomen zijn in de impactanalyse (zie bijlage A bij dit rapport). Ook heeft Arup onderzocht hoeveel adressen de aantallen panden betreffen (zie bijlage A bij onderhavig rapport). Getallen zijn afgerond en weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 2 Aantallen panden en adressen uit de Arup rapportage [4] aangevuld met extra info m.b.t. de aantallen adressen

Arup/Stuurgroep	>0,10g		>0,12g	
	panden	adressen	panden	adressen
CC1b (eengezins)	130.000	135.000	117.000	122.000
CC2AH (meergezins, klein)	13.500	51.500	12.800	50.000
CC2 niet meegenomen, meergezins groot (schatting)	1.200	24.000	1.200	24.000
Totaal woonfunctie	144.700	210.500	131.000	196.000

Uit Tabel 2 blijkt dat er in CC2AH gemiddeld sprake is van 4 adressen per pand. In de niet meegenomen grotere meergezinswoningen zijn dit gemiddeld 20 adressen.

### 5.3 Vergelijking aantallen Arup en Van Rossum

Bovenstaande vergelijking laat zien dat de aantallen die als basis dienden voor de Arup en de Van Rossum studie vergelijkbaar worden als er met aantallen adressen gewerkt wordt. Er is echter nog steeds ca. 10% afwijking tussen het aantal adressen berekend uit de Dataland database (196.000) en de aantallen zoals aangeleverd door de provincie (230.000).

## 6 Aantallen te versterken gebouwen

In dit hoofdstuk worden de analyses van Arup en Van Rossum vergeleken.

### 6.1 Aantallen te versterken gebouwen volgens Rapport Van Rossum

Het Rapport Van Rossum berekent het percentage woningen dat significante (zie hoofdstuk 2) constructieve versterking behoeft. Dit gebeurt door gebruik te maken van vier PGA ringen (0,12-0,15g, 0,15-0,18g, 0,18-0,25g, >0,25g). Binnen elk van deze ringen wordt gekozen voor een zeker percentage van de woningen dat significant versterkt moet worden. Deze percentages zijn weergegeven in Tabel 3.

Tabel 3 Zeker percentage woningen dat significante versterking behoeft per type en PGA ring

PGA ring	Eengezinswoningen	Meergezinswoningen	Woonfunctie, geen type
0,12-0,15 g	10%	40%	10%
0,15-0,18g	10%	40%	10%
0,18-0,25g	40%	80%	40%
>0,25g	95%	95%	95%

De geschatte waarden voor de percentages zijn noch in het rapport noch in de bijlagen onderbouwd. Het is daarom niet mogelijk deze te beoordelen binnen de scope van onderhavige review.

Tabel 4 geeft op basis van de aantallen zoals genoemd in Tabel 1 in rood de aantallen wooneenheden/adressen weer die niet voldoen volgens de Van Rossum studie. De getallen volgen uit Bijlage 1 van het Rapport Van Rossum.

Tabel 4 Totale (zwart) en afgekeurde (rood) aantal wooneenheden/adressen per type die niet voldoen volgens Rapport Van Rossum

Van Rossum	Uit bijlage 1 Van Rossum rapport (in rood de afgekeurde aantallen)	
	panden	adressen
Grondgebonden woningen	-	114.000 76.000
Meergezinswoningen	-	83.000 70.000
Woonfunctie, geen type	-	33.000 6.500
Totaal woonfunctie		230.000 152.000
Geen woonfunctie	-	32.000 17.000

Ook hier wordt opgemerkt dat de getallen in de hoofdtekst in paragraaf 5.1 en 5.2 van het Rapport Van Rossum niet overstemmen met de getallen in de tabellen van Bijlage 1 van het Rapport Van Rossum. Daarin wordt gesproken over 81.000 grondgebonden woningen en 71.000 meergezinswoningen die niet voldoen. De verschillen zijn echter klein.

## 6.2 Aantallen te versterken volgens Arup studie

Tabel 5 geeft in de eerder gegeven tabel 2 in rood de aantallen panden en adressen weer die niet voldoen volgens de Arup studie [4]. Voor de uitleg met betrekking tot de schattingen en aannamen zie het vervolg van deze paragraaf.

Tabel 5 Totale (zwart) en afgekeurde (rood) aantal panden/adressen per klasse die niet voldoen volgens de Arup studie

Arup/Stuurgroep	>0,10g		>0,12g	
	panden	adressen	panden	adressen
CC1b	130.000 80.500	135.000 80.500	117.000 80.500	122.000 80.500
CC2AH	13.500 10.000	51.500 Schatting: 40.000	12.800 10.000	50000 Schatting: 40.000
CC2 niet meegenomen (schatting)	1.200 Aanname: (75%) 900	24.000 Aanname: (75%) 18.000	1.200 Aanname: (75%) 900	24.000 Aanname: (75%) 18.000

Het blijkt dat circa 75% van de CC2AH panden niet voldoet.

Voor het beoordelen van de grotere (in de analyse niet meegenomen) meergezinswoningen ontbreekt voldoende informatie over de sterkte om een gedegen uitspraak te doen over het wel of niet voldoen aan de NPR. Indien het percentage van 75% niet voldoen ook wordt aangehouden voor de niet meegenomen CC2 panden zouden er 900 panden niet voldoen. Dit betreft dan 18.000 wooneenheden/adressen. Mogelijk is dit een conservatief aantal omdat hogere meergezinswoningen zich mogelijk vooral in de randgebieden bevinden; echter randgebieden is een relatief begrip omdat de PGA waarden ook daar nog aanzienlijk hoog zijn.

Opgemerkt wordt dat 'niet voldoen' voor Arup 'non compliance with NPR' betekent, terwijl dit voor Van Rossum iets anders is namelijk 'ingrijpende versterking'.

## 7 Slotbeschouwing

Van Rossum berekent een aantal van 150.000 wooneenheden/adressen waarbij een significante versterking noodzakelijk is.

Het aantal panden dat niet voldoet aan de NPR-eis is door Arup/Stuurgroep bepaald op:

$$80.500 + 10.000 = 90.500$$

Dit getal is vermeld in de conclusie van de stuurgroep NPR.

In dit aantal is het percentage van de 1.200 grote meergezins woongebouwen dat niet voldoet niet meegenomen. Indien aantallen panden worden geteld betekent het wel meenemen nauwelijks een verhoging van het opgegeven aantal. Het in het stuurgroep rapport opgegeven aantal van orde 90.000 panden verandert dan dus niet.

Indien in de Arup/Stuurgroep analyse met adressen gerekend wordt, geeft een schatting aan dat 120.000 adressen niet voldoen. Dit is gebaseerd op een gemiddeld aantal van 4 adressen per klein meergezins woongebouw.

Indien de Arup/Stuurgroep studie aangevuld wordt met een eerste ruwe schatting (een gedetailleerde analyse ontbreekt op dit moment) van het aantal adressen of wooneenheden binnen de grotere meergezins woongebouwen dat niet voldoet komen we op ongeveer:

$$120.000 + 18.000 = 138.000 \text{ dus ca. } 140.000 \text{ adressen die niet voldoen.}$$

Het aantal adressen dat niet voldoet aan de NPR berekend volgens de Arup methode *is numeriek zeer vergelijkbaar* met het aantal adressen waarbij significante versterking noodzakelijk is berekend volgens de Van Rossum methodiek.

Beiden rapportages berekenen iets met een ander definitie en volgens een andere methode.

De belangrijkste verschillen tussen beide rapporten zijn:

- de gebruikte definitie van de eenheden die niet voldoen (adressen of wooneenheden versus panden);
- de gebruikte definitie van niet voldoen (ingrijpende versterking noodzakelijk versus niet voldoen aan NPR 9998);
- de methoden die zijn gebruikt voor het bepalen of woningen al dan niet voldoen;
- het niet meenemen van de grotere meergezins woongebouwen in het stuurgroep rapport omdat dat in aantallen panden nauwelijks uitmaakt terwijl het in aantallen adressen of wooneenheden wel een groot aantal betreft.

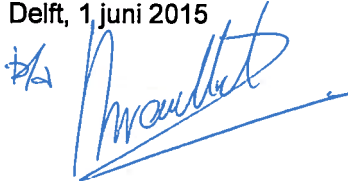
Zowel de resultaten in Rapport Van Rossum als die in het op Arup analyses gebaseerde NPR Stuurgroep rapport moeten als globale schattingen worden gezien. Beide rapporten bevatten onvolkomenheden, schattingen en extrapolaties op basis van engineering judgement. Betere schattingen zijn alleen mogelijk bij nauwkeurigere en op meer typologieën toegespitste berekeningen, zeker daar waar resultaten in de buurt van het afkeurcriterium liggen.

## 8 Referenties

- [1] Offerteaanvraag inzake second opinion Rapport van Rossum, M.A. Schenk, kenmerk 20150501, 1 mei 2015.
- [2] "Technische Impact Analyse NPR 9998:2015 versie 1.1", Van Rossum Raadgevende Ingenieurs Amsterdam bv, 21 maart 2015.
- [3] Impact Assessment Nederlandse Praktijk Richtlijn - Aardbevingsbestendig bouwen, Stuurgroep NPR, 8 januari 2015.
- [4] Arup, Impact Assessment NPR 9998: Analysis of Number of Non-compliant houses. 229746\_033.0\_REP109, Issue rev B.02, 8 January 2015.
- [5] NPR 9998, commentaarversie februari 2015.

## 9 Ondertekening

Delft, 1 juni 2015

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Steenbergen', with a horizontal line underneath.

Prof.dr.ir. R.D.J.M. Steenbergen  
Auteur

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Vrouwenfelder', with a horizontal line underneath.

Prof.ir. A.C.W.M. Vrouwenfelder  
Auteur

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Stamm', with a horizontal line underneath and the initials 'b.a.' written below it.

Ir. M.D. Stamm  
Research manager



# A Arup memo

Your ref 20150501  
Our ref 229746\_030\_0\_LTR1001  
File ref

# ARUP

TNO  
T.a.v. Prof. ir. A.C.W.M. Vrouwenvelder  
Prof. dr. ir. R.D.J.M. Steenbergen  
Van Mourik Broekmanweg 6  
2628 XE Delft

Naritaweg 118  
1043 CA Amsterdam  
PO box 57145  
1040 BA Amsterdam  
The Netherlands  
t +31 20 3058 500  
joop.paul@arup.com  
www.arup.com

29 May 2015

Dear Prof. Vrouwenvelder and Prof. Steenbergen,

We would like to thank you for your invitation to help you to do a second opinion on the Van Rossum report, as requested to you by the Ministry of Economic Affairs in a letter of May 1<sup>st</sup>, 2015. The Arup contribution is this letter, that you can use as a basis of your final report. In addition, Arup will review your final report to see if the views in this letter are rightly represented in this final report.

Arup cannot be a co-author of this report as Arup is contracted through Nederlandse Aardolie Maatschappij for this work.

In the following you will find my observations on the report Technische Impact Analyse NPR 9998:2015 versie.1.1.

The observations are based on:

- A ten hours walkthrough of the above report;
- Our meeting with Anne van der Sluis of Van Rossum on 20 May 2015.

Observations are comparing the above report with the Impact Assessment NPR Analysis of number of Non-compliant houses, Issue Rev.B.02, 8 January 2015, Arup.

## 1. Definition of what is calculated.

The Arup report calculates the number of compliant buildings to NEN NPR 9998. The Van Rossum report does not calculate the number of compliant buildings to NEN NPR 9998. Instead it calculated the number of houses needing significant structural upgrading (and incorrectly assumed this is equivalent to the number of non-compliances).

## 2. Decision criteria used for assigning status.

The Arup report defines a house as non-compliant if the capacity is smaller as the PGA times the importance factor. The Van Rossum report calculates the number of houses needing significant structural upgrading using four bands of PGA and assuming different ratio of houses needing significant structural upgrading for each of the different bands and different building typologies. The assumption of the value of ratios is unexplained in the report or appendices.

229746\_030\_0\_LTR1001  
29 May 2015

Page 2 of 6

### 3. Different assumptions are taken in the calculations.

Most important differences are:

- A. Dataset:** Arup uses the Dataland dataset as the basis and Van Rossum used data obtained from the Province of Groningen.
- B. Definition of houses:** the Arup report defines houses as 'panden' and looks at CC1b: single family houses and CC2a: multiple family homes (small), but excludes bigger multiple family houses such as flats and apartments buildings. Panden can include multiple addresses for multiple family houses. The definition for van Rossum is unclear as multiple words are used which are undefined in the report (page 10: verblijfspanden, woningen, gebouwen, verblijfsgebieden). Most likely is that the definition is addresses with a residential function.
- C. Definition of multiple family homes:** The Van Rossum report includes all multiple family homes, while the Arup report includes a defined number of categories of smaller multiple family homes, but excludes bigger multiple family homes like apartments and flats
- D. Reference Area:** the Van Rossum report used area inside de 0,12g contour, while the Arup reports used the 0,1g contour
- E. Assumption capacity:** Van Rossum assumes capacities based on linear elastic calculations (0,15g for low-rise and 0,12g for high-rise). The assumed capacities are not (clearly) underpinned by calculations in the report or appendices. In the calculation appendices the capacity for the high-rise building is mentioned, but it is unclear how this is derived from the calculations in the appendix. For the three analyses low-rise buildings there are no conclusions about the capacity of the buildings in the appendices and it is unclear how the capacity of 0,15g for low rise buildings was derived from the calculations in the appendices. Arup assumes capacities based on two fragility functions (conservative and progressive) used in Winningsplan 2013 and differentiates between three different age classes (0,19 g-0,34g for conservative fragility function and 0,30g-0,62g for fragility progressive function). Fragility curves are not calibrated, but are assumed to be similar than non-linear time-history analysis results. As it is assumed that non-linear time history analysis predicts results to be a factor 2-3 higher, the conservative elastic Arup results would be about 0,06g-0,17g, in a similar range than the Van Rossum elastic figures.
- F. Presentation of results:** The Arup report gives lower and upper bounds based on the two different fragility curves, gives results for fragility curves and elastic analysis, gives results for different safety levels and clearly signals the possible uncertainty in the numbers (it advises in 1 of their 9 conclusions to only use the values for comparative conclusions and no absolute conclusions). The Van Rossum gives one absolute number and only looks at the worst case scenario.

229746\_030.0\_LTR1001  
29 May 2015

Page 3 of 6

#### 4. Conclusions.

The difference in numbers is caused by the fact that:

**A. Different definitions** of what is calculated:

- **Van Rossum:** number of houses needing significant structural upgrading under NEN NPR 9998;
- **Arup:** number of non-compliant houses under NEN NPR 9998.

**B. Different decision criteria** are used to calculate the numbers:

- **Van Rossum:** based on an estimation (engineering judgment): needing structural upgrading is defined as an estimated % times the total number of houses in a subset;
- **Arup:** based on a calculation: non-compliance is defined by  $\text{capacity} < \text{PGA}$  times importance factor.

**C. Different assumptions** are made in:

- different dataset;
- different definition of houses;
- different reference areas;
- different assumptions for the capacity of the houses; both not calibrated by laboratory tests;
  - **Van Rossum:** static and dynamic elastic calculation methods;
  - **Arup:** capacity based on fragility functions under the assumption that results will be similar that non-linear dynamic time-history analysis.

#### 5. Recommendations.

The following recommendations are made:

**A. Definitions, decision criteria and assumptions:**

In order to make the numbers comparable the following should be the same:

- definitions;
- decision criteria;
- assumptions.

**B. Use of NLTH analysis with soil interaction:**

The capacities used by Van Rossum are (most likely) conservative and we advise that they use non-linear time-history analysis including soil-building interaction within their analysis to come to more realistic values for the capacities. We refer the paper for reference: 'Seismische analyse van bestaande gemetselde gebouwen in regio Groningen. Holistische EEM-benadering, juiste weg vooruit' published in the Cement (2/2015) of April 2015.

**C. Conclusion of both studies:**

Many assumption are made in both studies and uncertainties are very high. The use of sensitivity studies is recommended as is the presentation in ranges (as done in the Arup study). As absolute numbers are uncertain absolute conclusions do not add any information for decision making. Based on both studies the conclusion is that a significant proportion of the houses is non-compliant and the need of upgrading of tens of thousands of houses (panden or addresses) is likely.


229746\_030.0\_LTR1001  
29 May 2015

Page 4 of 6

Attached with this letter you will find two tables. The first table is the number of 'panden' and 'addresses' as calculated by Arup, using the same database and procedures as used in the Arup report of January 8<sup>th</sup>, 2015.

The second table is based on the appendices of the Van Rossum report and calculates the number of addresses that need significant structural upgrading.

Kind regards,



Prof. dr.ir. Joop Paul MBA  
Director / Europe Board & Arup University Council

229746\_030.0\_LTR1001  
29 May 2015

Page 5 of 6

<b>CC1b panden</b>	<b>CC2a panden - huizen</b>	<b>CC2a panden - flats/appartementen</b>	<b>Totaal</b>	<b>Totaal</b>
>0,1g	>0,1g	>0.1g	>0,1g	>0,12g
129.404	13.499	1.272	144.175	130.826
<b>CC1b adressen</b>	<b>CC2a adressen - huizen</b>	<b>CC2a adressen - flats/appartementen</b>	<b>Totaal</b>	<b>Totaal</b>
>0,1g	>0,1g	>0.1g	>0,1g	>0,12g
135.574	51.398	23.918	210.890	198.261

Table 1: Number of 'panden' and 'adressen' based on Dataland Database used by Arup.

229746\_030.0\_LTR1001  
29 May 2015

		Eengezins woningen	Meergezins woningen	woonfunctie (geen extra info of type woning)	Overige gebouwen	Totaal	Totaal met woonfunctie
Aantal adressen (?)	>0,12g	114.097	83.573	32.961	31.757	262.388	230.631
Aantal adressen (?)	>0,15g	106.743	82.275	22.857	28.947	240.822	211.875
Aantal adressen (?)	>0,18g	98.563	81.472	8.071	24.039	212.145	188.106
Aantal adressen (?)	>0,25g	63.509	24.666	1.413	14.148	103.736	89.588
Aantal adressen (?)	>0,12g en <0,15g	7.354	1.298	10.104	2.810	21.566	18.756
Aantal adressen (?)	>0,15g en <0,18g	8.180	803	14.786	4.908	28.677	23.769
Aantal adressen (?)	>0,18g en <0,25g	35.054	56.806	6.658	9.891	108.409	98.518
Aantal adressen (?)	>0,25g	63.509	24.666	1.413	14.148	103.736	89.588
<b>Te versterken</b>	Hoge mate	75.909	69.718	6.424	17.461	169.512	<b>152.050</b>
<b>Te versterken</b>	Beperkt/geen	38.188	13.855	26.537	14.296	92.876	78.581
% in hoge mate te versterken adressen	>0,12g en <0,15g	10%	40%	10%	10%		
% in hoge mate te versterken adressen	>0,15g en <0,18g	10%	40%	10%	10%		
% in hoge mate te versterken adressen	>0,18g en <0,25g	40%	80%	40%	40%		
% in hoge mate te versterken adressen	>0,25g	95%	95%	95%	95%		
<b>Te versterken</b>	Hoge mate	67%	83%	19%	55%		
<b>Te versterken</b>	Beperkt/geen	33%	17%	81%	45%		

Table 2: number of addresses (?) needing significant structural upgrading, based on the appendices in the Van Rossum report.

## B Reactie Van Rossum

**VAN ROSSUM** RAADGEVENDE  
INGENIEURS

Ir. D.J. Kluit  
Ir. A.G. van der Sluis

Ir. A.F.H.M. Melssen  
Ir. R.E. van Alphen  
Ir. M. Eschweiler

Amsterdam, 1 juni 2015

Betreft: Reactie op TNO Rapport "Review Van Rossum Rapport" concept 30 mei 2015

Kenmerk : 8769-010

Geachte Heer Steenberg,

Ondanks de zeer korte gevraagde reactietijd alsnog een reactie op hoofdlijnen op het Rapport van TNO d.d. 30 mei 2015. Op hoofdlijnen omdat niet alle constatering in een dergelijk kort tijdsbestek kunnen worden onderzocht.

Algemene indruk:

Na correctie van de aantallen van het NPR rapport van panden naar adressen en de toevoeging van de hogere meergezinswoningen blijken de getallen van beide rapporten elkaar goed te benaderen. Dit ondanks het feit dat het in beide rapporten globale schattingen betreft.

Opmerkingen:

Management uittreksel. Bij B.a wordt gesteld dat de berekeningen van het rapport niet bruikbaar zijn voor bepaling van de sterkte. Met de archiefgegevens van de huizen is voor de referentiegebouwen wel degelijk een sterkte bepaald en gekeken in hoeverre deze gebouwen in staat zijn de aardbeving belasting te weerstaan.

Bij paragraaf 2.2. wordt gesteld dat een niet lineaire berekeningen sterkte waarden opleveren die 2 a 3 maal zo hoog zijn. Het is ons onduidelijk waar deze uitspraak op is gebaseerd. De onderzochte gebouwen hebben grotendeels ongewapende wanden of metselwerk met weinig plastische capaciteit. De aangegeven inschatting is naar onze mening veel te positief en wij verwachten slechts kleine verschillen. Het is ons ook onduidelijk hoe met dergelijke hogere sterkte waarden die 2 a 3 maal zo hoog liggen alsnog zoveel gebouwen niet voldoen volgens het NPR rapport.

**Van Rossum Raadgevende  
Ingenieurs bv Amsterdam**

Pedro de Medinalaan 3a  
1086 XK Amsterdam  
Postbus 37290  
1030 AG Amsterdam  
T +31(0)20 615 37 11  
amsterdam@vanrossumbv.nl  
www.vanrossumbv.nl

**Van Rossum Raadgevende  
Ingenieurs bv Rotterdam**

Westblaak 5e  
3012 KC Rotterdam  
T +31(0)10 404 51 11  
rotterdam@vanrossumbv.nl  
www.vanrossumbv.nl

Bank NL53 INGB 0006 6632 57  
KvK 34 147 396  
BTW NL 8101.54.869.B.01

Op alle door ons aanvaarde opdrachten is de  
DNR 2011 Rechtsverhouding opdrachtgever-  
architect, ingenieur en adviseur van toepassing.  
Lid NLingenieurs



---

**VAN  
ROSSUM**

In paragraaf 5.2 en 6.2 staat dat de hogere meergezinswoningen zich met name in de randgebieden bevinden. Het is mij onduidelijk wat met een randgebied wordt bedoeld. Veel hogere gebouwen bevinden zich in het gebied met een PGA van 0.20 tot 0.30. Dat zouden wij geen randgebied noemen omdat in die zones de aardbevingsbelasting zodanig hoog is dat veel hogere gebouwen niet zullen voldoen. De gevoeligheid voor deze hogere gebouwen is naar onze mening groter voor aardbevingen dan grondgebonden woningen in dezelfde zones. Wij blijven van mening dat deze hogere gebouwen minimaal dezelfde aandacht verdienen als de lagere woningen en dat het noodzakelijk is het onderzoek naar aardbevingsbestendigheid van deze groep gebouwen uit te breiden.

Met vriendelijke groet,  
Van Rossum Raadgevende Ingenieurs B.V.



Ir. A.G. van der Sluis c.i.



## C Reactie voorzitter en secretaris NPR stuurgroep

### Reactie op de review door TNO van de Technische Impact Analyse NPR 9998:2015 van Bureau van Rossum (TNO 2015 R10760)

Bureau van Rossum heeft in opdracht van de Provincie Groningen een rapport geschreven over de impact van de NPR 9998 op de woningen in het aardbevingsgebied in het Noorden van Nederland (21 maart 2015). Dit rapport komt met cijfers die in mindere of meerdere mate afwijken van cijfers uit de Impact Assessment Nederlandse Praktijk Richtlijn Aardbevingsbestendig bouwen (8 januari 2015) die de Stuurgroep NPR eerder in opdracht van de minister van EZ heeft gemaakt.

TNO heeft ondergetekenden, die respectievelijk secretaris en voorzitter van de Stuurgroep NPR waren, gevraagd om een reactie op de review die TNO, op verzoek van de minister, heeft gemaakt op de uitgangspunten en de gehanteerde methodiek van Bureau van Rossum. We hebben voor deze reactie dankbaar gebruik gemaakt van de input van Roel de Jong, die lid was van de Stuurgroep NPR.

De review van TNO beoogt de verschillen te duiden tussen uitkomsten van de studie van Bureau van Rossum en van de Impact Assessment van de Stuurgroep. In onze ogen zijn de review van TNO en de onderliggende brief van ARUP er in belangrijke mate in geslaagd verklaringen aan te dragen voor de geconstateerde verschillen. De verschillende definities (bv. huizen vs. adressen), criteria (schatting vs. berekening) en veronderstellingen (waar het bv. gaat om de database of de referentiegebieden) maken begrijpelijk dat er zulke verschillen kunnen ontstaan. Tegelijkertijd laat de review ons inziens ook zien dat de overeenkomsten in de uitkomsten van beide rapporten groter zijn dan de verschillen. Zeker in het licht van de grote onzekerheden die er bestaan ten aanzien van zowel de verwachte pga's als de veronderstelde weerstand van gebouwen, vinden we het belangrijk vast te stellen dat de Stuurgroep NPR en Bureau van Rossum het op grote lijnen eens zijn waar het gaat om de ordegrootte van het aantal gebouwen dat versterking behoeft en over de omvang (in menskracht en geld) van die versterkingsoperatie.

In onze ogen bevestigt het Rapport van Bureau van Rossum dan ook de juistheid van de aanpak die, mede op basis van het advies van de Stuurgroep NPR, gekozen is door het Rijk, de provincie Groningen en de negen gemeenten in het gaswinningsgebied in de aanvulling op het bestuursakkoord van januari jl. De hoofdlijnen van die aanpak zijn ons inziens:

- Voortvarend aan de slag gaan met het versterken van de meest risicovolle huizen in de kern van het risicogebied.
- Nader onderzoek naar de risico's van de overige gebouwen met grotere risico's, zoals ziekenhuizen en appartementengebouwen. Het rapport van Bureau van Rossum levert voor die laatste categorie relevante aanvullende informatie.
- Al doende leren van de versterking van gebouwen en van nader onderzoek, waardoor de veiligheidsrisico's met grotere nauwkeurigheid kunnen worden vastgesteld en de noodzakelijke maatregelen ook beter kunnen worden bepaald.

Waar het gaat om de interpretatie van de cijfers in het licht van de grote onzekerheden, lijkt het verschil tussen het rapport van Bureau van Rossum en de rapportage van de Stuurgroep NPR misschien nog wel

het grootste. Waar de Stuurgroep steeds benadrukt dat de cijfers uit de impact assessment met grote onzekerheden omgeven zijn en dus niet absoluut gehanteerd mogen worden, maakt het rapport van Bureau van Rossum op dit punt weinig voorbehouden. Dat nodigt uit tot een discussie over de vraag welke cijfers juist zijn, in plaats van over de vraag wat het rapport ons leert, in aanvulling op eerdere rapportages van ARUP en het advies van de Stuurgroep NPR.

Niels Vrije  
Joost Haenen