

TNO PUBLIEK

Princetonlaan 6
3584 CB Utrecht
Postbus 80015
3508 TA Utrechtwww.tno.nlT +31 88 866 42 56
F +31 88 866 44 75**TNO-rapport****TNO2022_R12181****Publieke Seismische Dreigings- en
Risicoanalyse Groningen gasveld 2022 –
Addendum *Update november 2022***

Datum	11 november 2022
Auteur(s)	Vogelaar B.B.S.A., Osinga S., Aben F.M., Kraaijpoel D.A., Pluymaekers M.P.D., en Driel van W.W.
Exemplaarnummer	
Oplage	
Aantal pagina's	16 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	
Opdrachtgever	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Projectnaam	Publieke SDRA Groningen 2022
Projectnummer	060.51885

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 opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

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

© 2022 TNO

TNO PUBLIEK

Samenvatting

Op voorschrift van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) is in maart 2022 de Seismische Dreigings- en Risicoanalyse (SDRA) uitgevoerd met een winningsvolume van 1,7 miljard Nm³ uit het Groningen gasveld voor gasjaar 2022/2023. Op verzoek van EZK is – in aanvulling op dat initieel doorgerekende basisscenario van maart 2022 – dit addendum opgesteld in november 2022. In dit addendum *Update november 2022* wordt uitgegaan van een winningsvolume op basis van het nu, in het definitieve besluit, vastgestelde volume van 2,8 miljard Nm³ voor gasjaar 2022/2023.

Met identieke EZK-modelinstellingen (als in het basisscenario) leidt deze hogere productie tot een toename van de seismiciteit ten opzichte van de initiële verwachting. In absolute zin kan gezegd worden dat het Plaatsgebonden Persoonlijk Risico (LPR) voor gasjaar 2022/2023 (en verder) met een winningsvolume van 2,8 miljard Nm³ vergelijkbaar is met het initiële risico voor gasjaar 2022/2023 (en verder) met een winningsvolume van 1,7 miljard Nm³. Specifiek betekent dit dat alle gebouwen in het aardbevingsgebied voor dit scenario *Update november 2022* met de voorgeschreven modelinstellingen aan de veiligheidsnorm (verwachtingswaarde van het LPR van 10⁻⁵) voldoen.

Risicoberekeningen volgens de modelinstellingen identiek aan die eerder zijn aanbevolen door TNO leiden tot licht hogere waarden van het aantal gebouwen dat niet aan de veiligheidsnorm (verwachtingswaarde van het LPR van 10⁻⁵) voldoet. Het gaat hier overigens overwegend om het schuurgedeelte van boerderijen.

Inhoudsopgave

	Samenvatting	2
1	Inleiding	4
2	Uitgangspunten modelberekeningen	5
3	Analyse van de seismiciteit.....	6
4	Dreigingsanalyse	8
5	Risicoanalyse.....	9
6	Schadeanalyse.....	11
7	Resultaten risicoanalyse cf. modelinstellingen TNO advies Statusrapport 2021	12
8	Conclusie.....	14
9	Referenties	15
10	Ondertekening	16

1 Inleiding

In maart 2022 is de publieke Seismische Dreigings- en Risicoanalyse (SDRA) voor gasjaar 2022/2023 uitgevoerd volgens een basisscenario met een gaswinningsvolume van 1,7 miljard Nm³ (EZK, 2022a; TNO, 2022).

Dit addendum *Update november 2022* is een aanvullende analyse op dat basisscenario conform de vastgestelde operationele strategie voor gasjaar 2022/2023. De vastgestelde operationele strategie voor gasjaar 2022/2023 (en verder) gaat uit van een gaswinningsvolume van 2,8 miljard Nm³ (EZK, 2022b).

De uitgangspunten en de gehanteerde modelinstellingen voor deze analyse zijn identiek aan de initiële instellingen zoals samengevat in Hoofdstuk 2. Uiteraard zijn de reservoirdrukken aangepast aan het nieuwe productieniveau.

De resultaten voor de verwachte seismische activiteit, dreiging en risico op basis van de door EZK voorgeschreven modelversie staan respectievelijk in de Hoofdstukken 3, 4 en 5. Hoofdstuk 6 behandelt de jaarlijkse kans op schade als gevolg van de operationele strategie. Hoofdstuk 7 geeft voor de volledigheid de resultaten van de risicoanalyse op basis van de door TNO voorgestelde modelinstellingen. Hoofdstuk 8 sluit af met een conclusie.

2 Uitgangspunten modelberekeningen

Deze aanvullende risicoanalyse voor gasjaar 2022/2023 (en verder) is uitgevoerd op verzoek van EZK conform het Vaststellingsbesluit over gasjaar 2022/2023 (EZK, 2022b). De modelinstellingen zijn, zoals voorgeschreven in de verwachtingenbrief (EZK, 2022a), identiek aan de gebruikte instellingen van de publieke SDRA van maart 2022 (TNO, 2022).

De uitgangspunten met betrekking tot de gaswinning voor dit modelscenario zijn (EZK, 2022b):

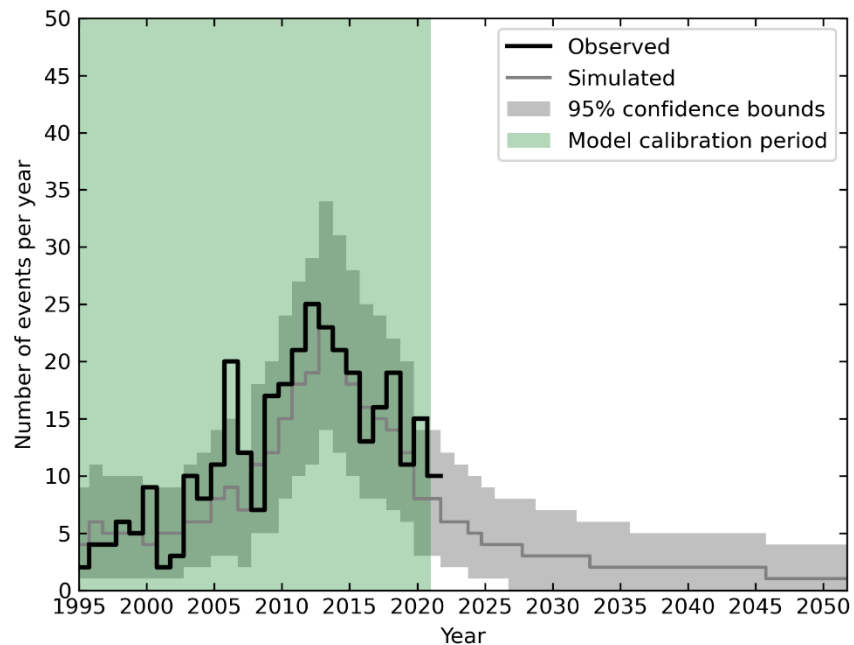
- Vastgesteld winningsvolume voor gasjaar 2022/2023 van 2,8 miljard Nm³ (cf. Scenario 2; NAM, 2022).
- Volledige beëindiging van de productie uit het Groningenveld vanaf 1 oktober 2023.

Voor de volledigheid is de risicoanalyse ook uitgevoerd volgens de modelinstellingen zoals door TNO aanbevolen in het Statusrapport (TNO, 2021). Vanzelfsprekend zijn ook deze instellingen ongewijzigd ten opzichte van de SDRA van maart 2022 (TNO, 2022).

TNO wijst er op, dat er sinds de publicatie van de SDRA 2022 nieuwe wetenschappelijke inzichten zijn ontstaan met betrekking tot de maximale magnitude verdeling en de verwachte grondbeweging. Ook zijn de geregistreerde aardbevingen na 13 februari 2022 niet meegenomen in de bronmodel kalibratie. Deze nieuwe informatie wordt in een volgende risicoanalyse meegenomen.

3 Analyse van de seismiciteit

De historisch waargenomen en de totale verwachte seismische activiteit en modelvariabiliteit per gasjaar zijn weergegeven in Figuur 3.1 voor het scenario *Update november 2022*. Alleen het jaarlijkse aantal bevingen met een magnitude gelijk aan of hoger dan 1,5 is weergegeven.



Figuur 3.1 Verwachte seismische activiteit en variatie per gasjaar voor het scenario *Update november 2022*. Op de horizontale as staat het kalenderjaar. Op de verticale as staat het aantal bevingen met een magnitude gelijk aan of hoger dan 1,5 opgeteld per gasjaar. De zwarte lijn geeft het aantal observaties in het verleden weer tot 1 oktober 2021. De donkergrijze lijn geeft het verwachte aantal bevingen weer. De lichtgrijze band om de grijze lijn is de onzekerheidsband. Het groene vlak geeft aan dat het model gekalibreerd is op de periode tot 1 januari 2021.

De overschrijdingskans op zwaardere bevingen (magnitude 3,5 en hoger) voor het scenario *Update november 2022* is per gasjaar weergegeven in Tabel 3-1. De tabel geeft een overzicht van de tien komende gasjaren, beginnend met gasjaar 2022/2023.

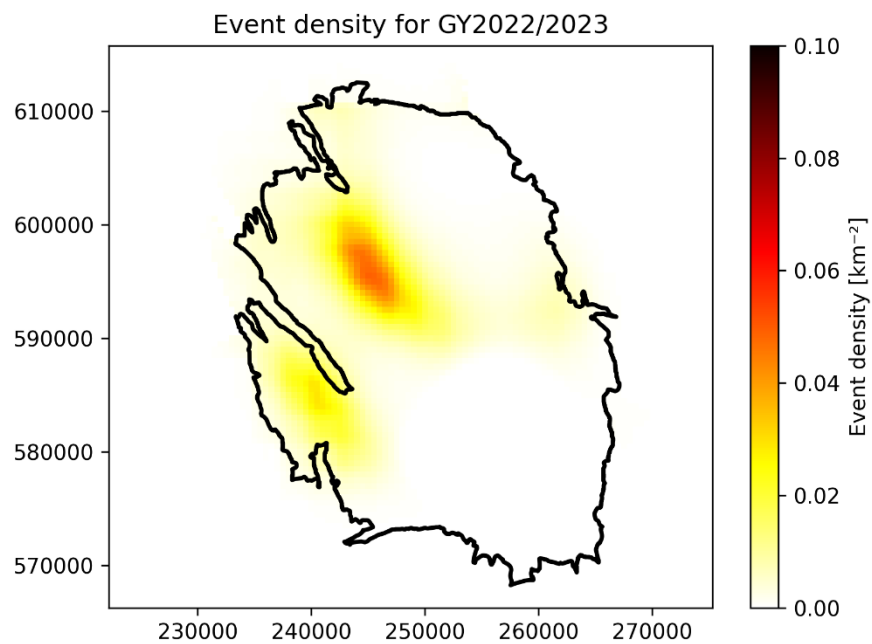
De percentages in de tabel zijn de overschrijdingskansen per gasjaar. De tabel geeft bijvoorbeeld aan dat in gasjaar 2022/2023 het aantal bevingen met magnitude 1,5 en hoger naar verwachting voor 1,4% zal bestaan uit bevingen met een magnitude van 4,0 of hoger.

Het aantal verwachte aardbevingen met magnitude hoger of gelijk aan 1,5 voor scenario *Update november 2022* voor gasjaar 2022/2023 blijft afgerond 5 bevingen (TNO, 2022).

Tabel 3-1 Verwachting van het aantal bevingen met magnitude gelijk aan of hoger dan M1,5 ("Rate") en overschrijdingskansen voor een aantal geselecteerde magnitudes per gasjaar voor het scenario *Update november 2022*. De eerste kolom geeft het gasjaar (gas year – GY) weer.

	Rate	M3.5	M3.6	M4.0	M4.5	M5.0
GY2022/2023	5.49	6.65%	5.06%	1.44%	0.19%	0.03%
GY2023/2024	4.58	5.53%	4.20%	1.19%	0.16%	0.02%
GY2024/2025	4.16	5.02%	3.81%	1.08%	0.15%	0.02%
GY2025/2026	3.81	4.60%	3.49%	0.99%	0.13%	0.02%
GY2026/2027	3.53	4.25%	3.22%	0.91%	0.12%	0.02%
GY2027/2028	3.29	3.96%	2.99%	0.84%	0.11%	0.02%
GY2028/2029	3.05	3.68%	2.78%	0.78%	0.11%	0.02%
GY2029/2030	2.87	3.45%	2.60%	0.73%	0.10%	0.01%
GY2030/2031	2.71	3.26%	2.46%	0.68%	0.09%	0.01%
GY2031/2032	2.50	3.01%	2.27%	0.63%	0.08%	0.01%
GY2032/2033	2.32	2.80%	2.11%	0.58%	0.08%	0.01%

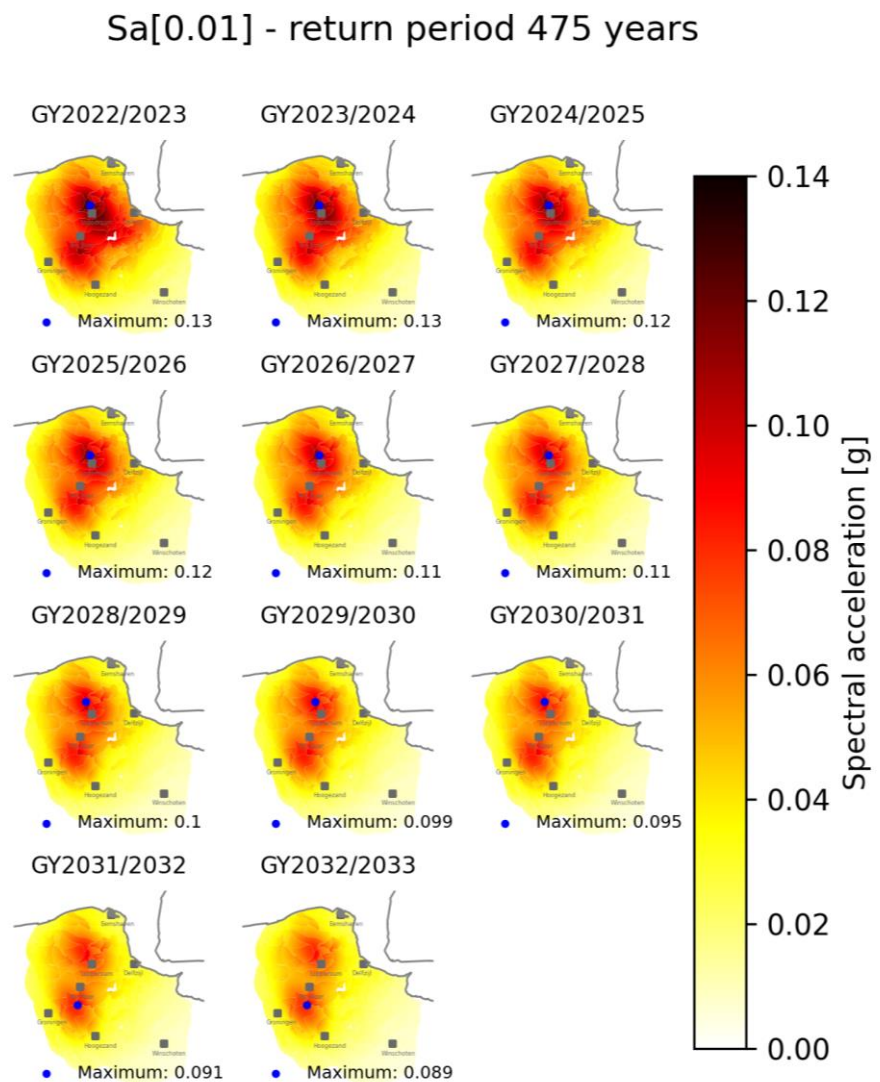
In Figuur 3.2 is de jaarlijkse aardbevingsdichtheid voor het scenario *Update november 2022* weergegeven voor gasjaar 2022/2023. Het hoogste aantal bevingen per vierkante kilometer ligt ten noordwesten van het Loppersumgebied.



Figuur 3.2 Jaarlijkse aardbevingsdichtheid (aantal aardbevingen per km²) voor gasjaar 2022/2023 voor scenario *Update november 2022*.

4 Dreigingsanalyse

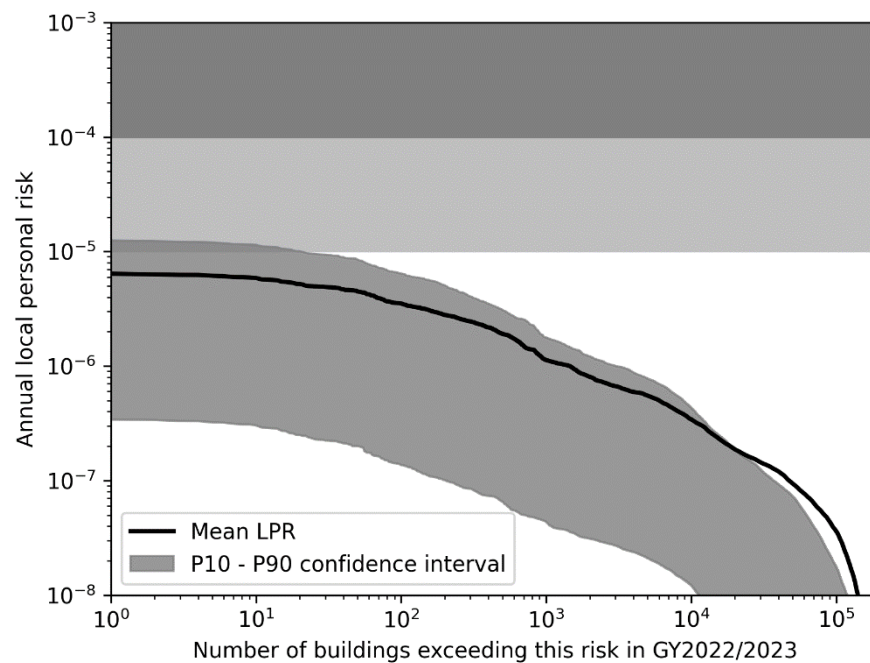
De verwachte seismische dreiging (spectrale versnelling bij een trillingsperiode van 0,01s) bij een herhalingsijd van 475 jaar voor gasjaar 2022/2023 tot en met gasjaar 2032/2033 is weergegeven in Figuur 4.1. Als gevolg van de gaswinning uit de zuidoostelijke productieclusters verplaatst de geografische locatie van de verwachte maximale seismische dreiging zich vanaf gasjaar 2031/2032 van de regio ten noorden van Loppersum naar de regio ten zuiden van Ten Boer.



Figuur 4.1 Overzicht van de jaarlijkse seismische dreigingskaarten voor gasjaar 2022/2023 tot en met gasjaar 2032/2033 voor het scenario *Update november 2022*.

5 Risicoanalyse

Figuur 5.1 toont het aantal gebouwen dat een verwachtingswaarde (mean) van het Plaatsgebonden Persoonlijk Risico (LPR) overschrijdt voor het gasjaar 2022/2023 gebaseerd op scenario *Update november 2022*. De grijze band in de LPR-grafiek geeft een onzekerheidsbereik aan. De permanente veiligheidsnorm is vastgesteld op een LPR-niveau van 10^{-5} .



Figuur 5.1 LPR-grafiek voor gasjaar 2022/2023 voor scenario *Update november 2022*. Op de horizontale as staat het aantal gebouwen; op de verticale as het LPR. De grafieken geven voor elk aantal op de horizontale as de LPR-waarde die door deze groep overschreden wordt. De dikke zwarte lijn geeft de verwachtingswaarde (mean) van het LPR aan. De donkergrijze band geeft de spreiding in uitkomsten van de beslisboom voor modelonzekerheden weer voor een betrouwbaarheidsinterval van tussen percentielen P10 en P90. De twee horizontale vlakken in lichtgrijs geven het tijdelijke (10^{-4}) en permanente (10^{-5}) LPR-niveau van de Meijdamnorm aan.

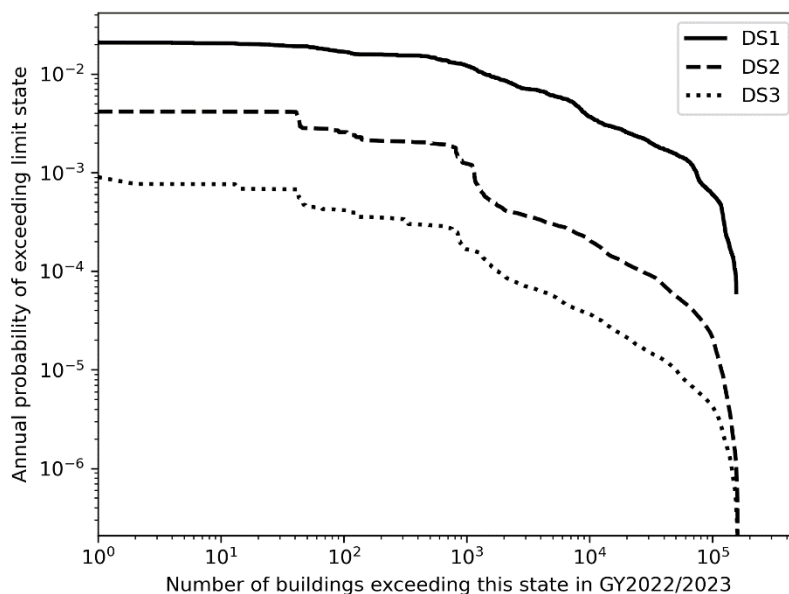
In Tabel 5-1 is – zowel voor de verwachtingswaarde als voor P90 – het aantal gebouwen weergegeven dat per gasjaar niet aan de Meijdamnorm voldoet. In scenario *Update november 2022* voldoen alle gebouwen aan de veiligheidsnorm (mean LPR 10^{-5}). Het schuurgedeelte van een boerderij (type URM1F_B) is de meest kwetsbare bouwtypologie. In gasjaar 2022/2023 vallen 20 gebouwen van deze typologie in de zogenoemde P90-groep. De aangepaste winningsprognose cf. scenario *Update november 2022* leidt tot een verhoging van het aantal gebouwen dat in de P90-groep valt.

Tabel 5-1 Het aantal gebouwen per gasjaar waarvoor de verwachtingswaarde (mean) en P90 van het LPR niet aan de Meijdamnorm voldoet voor scenario *Update november 2022*. De resultaten van het basisscenario SDRA van maart 2022 zijn ter referentie ook weergegeven.

Gasjaar	SDRA maart 2022		Update november 2022	
	Mean LPR 1e-5	P90 LPR 1e-5	Mean LPR 1e-5	P90 LPR 1e-5
GY2022/2023	0	16	0	20
GY2023/2024	0	13	0	14
GY2024/2025	0	5	0	6
GY2025/2026	0	0	0	0

6 Schadeanalyse

Figuur 6.1 toont de resultaten van de schadeprognose voor schadetoestanden DS1 t/m DS3 voor alle gebouwen in de exposure database in de vorm van een overschrijdingskans van die schadetoestand in gasjaar 2022/2023 volgens scenario *Update november 2022*.



Figuur 6.1 Jaarlijkse overschrijdingskans voor schadetoestanden DS1 t/m DS3 voor gasjaar 2022/2023 voor alle gebouwen samen in de exposure database voor scenario *Update november 2022*.

Scenario *Update november 2022* leidt tot een toename van de jaarlijkse overschrijdingskans voor schadetoestanden DS1 t/m DS3. De verschillen in de schadeprognose tussen het initiële basisscenario SDRa 2022 (TNO, 2022) en scenario *Update november 2022* zijn echter klein (Tabel 6-1).

Tabel 6-1 Prognose van het aantal gebouwen dat schadetoestand DS1, DS2 en DS3 overschrijdt per gasjaar voor het basisscenario SDRa maart 2022 en *Update november 2022*.

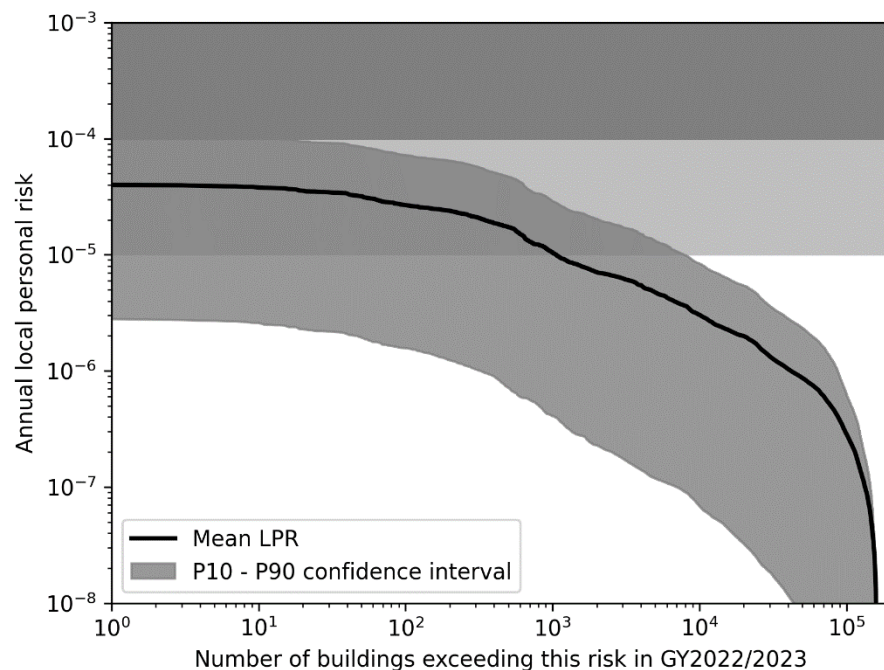
	SDRA maart 2022			Update november 2022		
	exceedance			exceedance		
	Mean DS1	Mean DS2	Mean DS3	Mean DS1	Mean DS2	Mean DS3
GY2022/2023	208	10	2	226	11	2
GY2023/2024	185	9	2	186	9	2
GY2024/2025	168	8	1	170	8	1
GY2025/2026	155	8	1	156	8	1
GY2026/2027	144	7	1	145	7	1
GY2027/2028	135	7	1	136	7	1
GY2028/2029	127	6	1	128	6	1
GY2029/2030	120	6	1	121	6	1
GY2030/2031	115	6	1	115	6	1
GY2031/2032	106	5	1	107	5	1
GY2032/2033	99	5	1	99	5	1

7 Resultaten risicoanalyse cf. modelinstellingen TNO advies Statusrapport 2021

De resultaten van de risicoanalyse van scenario *Update november 2022*, uitgevoerd met de modelinstellingen zoals geadviseerd door TNO in het Statusrapport (TNO, 2021) worden hier beschreven.

In lijn met eerdere risicoresultaten op basis van deze instellingen (TNO, 2022; Tabel 7-1) leidt dit tot een aanzienlijk hogere risico inschatting en daarmee een groter aantal gebouwen dat niet aan de veiligheidsnorm voldoet dan weergegeven in Hoofdstuk 5 volgens de door EZK voorgeschreven instellingen.

Figuur 7.1 toont het aantal gebouwen dat een verwachtingswaarde (mean) van het LPR overschrijdt voor het gasjaar 2022/2023 gebaseerd op scenario *Update november 2022*. De veiligheidsnorm, vastgesteld op een LPR-niveau van 10^{-5} , wordt door zo'n duizend gebouwen niet gehaald.



Figuur 7.1 LPR-grafiek voor gasjaar 2022/2023 voor scenario *Update november 2022* met door TNO voorgestelde modelinstellingen. Op de horizontale as staat het aantal gebouwen; op de verticale as het LPR. De grafiek geeft voor elk aantal op de horizontale as de LPR-waarde van het aantal gebouwen, dat overschreden wordt. De dikke zwarte lijn geeft de verwachtingswaarde (mean) van het LPR aan. De donkergrijze band geeft de spreiding in de beslisboom voor modelonzekerheden weer voor een betrouwbaarheidsinterval van tussen percentielen P10 en P90. De twee horizontale vlakken in lichtgrijs geven het tijdelijke (10^{-4}) en permanente (10^{-5}) LPR-niveau van de Meijdamnorm aan.

In Tabel 7-1 zijn de risicoresultaten – het aantal gebouwen dat niet aan de veiligheidsnorm voldoet – samengevat voor scenario *Update november 2022*; ter

vergelijking zijn ook de initiële SDRA resultaten van maart 2022 weergegeven voor het basisscenario.

In scenario *Update november 2022* voldoen 1058 gebouwen niet aan de veiligheidsnorm (mean LPR 10^{-5}). Dit zijn vrijwel allemaal aanpalende schuren als onderdeel van vrijstaande boerderijen (URM1F_B). De resterende groep bestaat uit gemetselde rijtjeshuizen met spouwmuren en betonnen vloeren met grote gevelopeningen op de begaande grond (typologie URM3M, URM3L en URM4L).

Tabel 7-1 Het aantal gebouwen per gasjaar waarvoor de verwachtingswaarde (mean) van het LPR niet aan de Meijdamnorm voldoet voor het basisscenario SDRA maart 2022 en *Update november 2022* conform de door TNO voorgestelde modelinstellingen.

	SDRA mrt 2022	Update nov 2022
	Mean LPR 1e-5	Mean LPR 1e-5
GY2022/2023	930	1058
GY2023/2024	748	800
GY2024/2025	619	626
GY2025/2026	539	544
GY2026/2027	439	448
GY2027/2028	320	333
GY2028/2029	221	225
GY2029/2030	140	143
GY2030/2031	95	104
GY2031/2032	41	44
GY2032/2033	23	26

8 Conclusie

In dit addendum *Update november 2022* zijn alsnog de SDRA-resultaten op basis van het nu, in het definitieve besluit, vastgestelde winningsvolume van 2,8 miljard Nm³ beschreven met identieke modelinstellingen als in maart 2022. Initieel is in maart 2022 de publieke Seismische Dreigings- en Risicoanalyse (SDRA) uitgevoerd voor een basisscenario met een gasproductie van 1,7 miljard Nm³ voor gasjaar 2022/2023.

Deze hogere productie leidt tot een toename van de seismiciteit ten opzichte van de initiële verwachting. Echter, ook voor dit aanvullend scenario met de voorgeschreven modelinstellingen voldoen alle gebouwen in het Groningse aardbevingsgebied aan de veiligheidsnorm (verwachtingswaarde van het Plaatsgebonden Persoonlijk Risico LPR van 10⁻⁵). Het aantal gebouwen in de P90-groep voor gasjaar 2022/2023 (en verder) is met een winningsvolume van 2,8 miljard Nm³ hoger dan het aantal zoals bepaald in de initiële SDRA van maart 2022 met een winningsvolume van 1,7 miljard Nm³: met identieke modelinstellingen (zoals in het basisscenario) volgens de aanbevelingen van TNO geeft een winningsvolume van 2,8 miljard Nm³ 13% (1058 om 930) meer gebouwen (hoofzakelijk schuren aanpalend aan boerderijen), die niet aan de veiligheidsnorm voldoen.

9 Referenties

EZK (2022a). Verzoek tot voorstellen operationele strategie voor het gasjaar 2022-2023. Kenmerk DGKE-PDG / 22052133, 15 februari 2022.

EZK (2022b). Vaststellingsbesluit Groningenveld 2022-2023. Kenmerk PDGGO-DSGG / 22368536, 26 september 2022.

NAM (2022). Operationele Strategie voor het Gasjaar 2022-2023. EP202203203317, 6 april 2022.

TNO (2021). Status of the TNO Model Chain Groningen per October 1, 2021 and recommendations for the public Seismic Hazard and Risk Analysis 2022. TNO 2021 R11742, 15 oktober 2021.

TNO (2022). Publieke Seismische Dreigings- en Risicoanalyse Groningen gasveld 2022, TNO 2022 R10517, 25 maart 2022.

10 Ondertekening

Utrecht, 10-11-2022

TNO

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'J.A.J. Zegwaard', written over a horizontal line.

(b/a Drs. J.H.M. Hurx, plaatsvervangend afdelingshoofd)

Drs. J.A.J. Zegwaard
Afdelingshoofd Advies Groep Economische Zaken