2020 Jaarrapportage KEM-programma

KEM wetenschappelijk expert panel

May 2021

Inhoud

Samenvatting 3

Executive Summary 4

1. Inleiding 5

2. KEM strategische ontwikkeling 5

2.1 Ontwikkelingen in 2017-2019 5

2.2 Ontwikkelingen in 2020-2022 6

3. KEM onderzoek, status en resultaten 8

3.1 Onderzoekvragen en onderzoekprojecten Seismische risico's 8

3.2 Onderzoeksvragen en onderzoekprojecten Bodemdalingsrisico's 9

3.3 Onderzoeksvragen en –projecten over Lekkage risico's 10

3.4 Onderzoeksvragen en –projecten over Installatie-integriteit risico's 10

4. KEM kennisborging en -verspreiding 11

4.1 Belanghebbenden en onderzoekplatforms 11

4.2 Kennisborging in publieke mijnbouw effect DRA tools 11

4.3 Informatiedeling via website kemprogramma.nl 12

5. KEM wetenschappelijk expert panel 12

5.1 Activiteiten en planning 12

5.2 Aanbesteding en financiën 13

5.3 Organisatie KEM expert panel en KEM-subpanel modelontwikkeling 14

6. Conclusies en aanbevelingen 14

6.1 KEM strategie en onderzoek 14

6.2 KEM kennisborging en verspreiding 15

6.3 KEM wetenschappelijk expert panel en KEM-subpanel modelontwikkeling 15

Bijlage A Kamerbrief KEM-programma 16

Bijlage B Terms of Reference KEM scientific expert panel and KEM-subpanel modelontwikkeling 19

Bijlage C Status van KEM onderzoeksvragen 23

Bijlage D Lijst van rapporten en publicaties 24

Bijlage E Huidige samenstelling KEM Expert panel 26

Bijlage F Termen, afkortingen en definities 27

Samenvatting

Dit is de 3e jaarrapportage van het Kennisprogramma Effecten Mijnbouw (KEM). In de rapportage komen voornamelijk de tot en met december 2020 uitgevoerde inhoudelijke activiteiten en resultaten aan de orde. De jaarrapportage is geen financieel jaarverslag. Deze rapportage omvat conform de kamerbrief van de Minister van EZK (1) de voortgang van het inhoudelijke onderzoekprogramma, (2) de kennisborging en -uitwisseling en (3) het werk van het KEM wetenschappelijk expert panel (KEM-panel). De jaarrapportage is een rapportage van het KEM-panel en geeft de duiding en conclusies van het KEM-panel weer.

Het KEM-programma loopt inhoudelijk goed. De kwaliteit van de meeste van de projecten is naar het oordeel van het KEM expert panel uitstekend en de impact is betekenisvol. De strategische doelstellingen worden behaald. De verbinding met het wetenschappelijke onderzoekprogramma naar seismiciteit Groningen van NWO (DeepNL) is versterkt. Er is vanaf 2020 een verschuiving ingezet van onderzoek naar seismiciteit Groningen naar bodemdaling- en lekkagerisico's. Meer aandacht gaat uit naar effecten van mijnbouwactiviteiten, die een onderdeel zijn in de energie transitie. De prioriteiten aangegeven in het rapport "Naar een (nationale) onderzoekagenda en risico toolbox in Nederland" zijn daarbij leidend. Het budget voor het KEM-onderzoek was in 2020 gelijk aan de voorgaande jaren, en zal de komende jaren op dit niveau blijven. Een deel van het beschikbare budget is en wordt ingezet om de resultaten van de KEM-onderzoeken systematisch te valideren en evalueren en om deze te vertalen naar bruikbare functionaliteit voor nieuwe versies van het publieke seismische dreiging en risico analyse (publieke SDRA) instrument Groningen van TNO. Het KEM expert panel constateert met DeepNL dat het Nederland ontbreekt aan een lange termijn (na 2022) breed gedragen roadmap van mijnbouw onderzoekprogramma's met daarin structurele wetenschappelijke, toegepast onderzoek (KEM) en DRA-tool sporen.

Het KEM-panel adviseerde eerder dat de kennisborging het best vorm gegeven kan worden door de inzet van publieke instrumenten voor de analyse en weergaven van de dreigingen en risico's van de mijnbouw. Deze tools kunnen ontwikkeld en geïmplementeerd worden met initiële financiering via KEM, en onderhouden worden met aanvullende financiering van het KEM-onderzoeksbudget. Dit advies van het KEM-panel heeft in 2020 geresulteerd in de ontwikkeling en lancering van het publieke seismische dreiging en risico analyse instrument van TNO (= de publieke SDRA). In 2020 is een KEM-subpanel opgericht dat zal adviseren over plannen voor de verdere ontwikkelingen van deze publieke SDRA . Het KEM-subpanel zal in 2021 haar eerste advies leveren. De invulling van de ontwikkeling van publieke instrumenten voor andere mijnbouweffecten staat nog ter discussie. Het verdient aanbeveling een heldere visie en uniform kader te ontwikkelen vanuit de overheid.
De KEM-website bestaat sinds oktober 2018 en heeft als doel het delen van KEM-onderzoeksresultaten en -evaluaties. De website had in 2020 circa 1500 bezoekers, die meer dan 10.000 pagina's bekeken, voornamelijk de KEM-projectpagina's. Op deze pagina's zijn de onderzoekvraag, de rapporten en de evaluaties te vinden, alsook de mogelijke impact van onderzoek. EZK en SodM duiden de resultaten (te vinden op nlog.nl en SodM websites. Er is een groeiende behoefte naar beter leesbare technische informatie. Dat is in 2020 nog niet gerealiseerd. Het contact met belanghebbenden verschillende mijnbouwregio's over de resultaten van uitgevoerd onderzoek en het ophalen van nieuwe onderzoeksvragen is ook beperkt gebleven, mede door Covid19. Een betere modus operandi voor deze aspecten van de publiekscommunicatie moet nog ontwikkeld worden.
Het KEM expert panel kwam in 2020 vier keer digitaal bij elkaar; de wetenschappelijke expertrol in de vraagarticulatie, projectbegeleiding, projectevaluatie en duiding werkte in 2020 efficiënt en goed.
Het KEM-panel speelt vanaf 2020 samen met het KEM-subpanel een rol in de advisering over de (verdere) ontwikkeling van de publieke SDRA. Het KEM-panel realiseert zich dat het geen expertise m.b.t. faciliteiten/infrastructuur (externe veiligheid) en expertise op het gebied van sociale wetenschappen (risicobeleving) heeft, maar houdt dit vooralsnog zo.

Samenvattend, het KEM heeft een impuls met impact gegeven aan kennisontwikkeling aangaande mijnbouw risico's en het betrekken van gerenommeerde internationale onderzoeksgroepen. KEM liep in 2020 – ondanks de beperkingen vanwege Covid19 - goed en zal naar verwachting de komende jaren ook zo zijn. Er is afgesproken om na ruim drie jaar KEM een onafhankelijke evaluatie te doen. Ten eerste, om te zien of in hoeverre de gewenste doelstellingen van het Kennisprogramma Effecten Mijnbouw behaald zijn in de eerste periode van drie jaar (2017-2019) en behaald worden in tweede periode van 3 jaar (2021-2022), met name de kennisontwikkeling en internationale aansluiting. Ten tweede, lijkt het een goed moment om te toetsen of resultaten de professionals bereiken gewaardeerd worden en of het vertrouwen van het publiek in de beheersing van mijnbouwrisico's verbetert. Ten derde, kan geëvalueerd worden of de huidige opzet en organisatie gewerkt heeft en een voortzetting na 2022 gewenst is en in hoeverre er nog verbeteringen mogelijk zijn.

Executive Summary

This is the 3rd annual report of the Knowledge Program on Effects of Mining (KEM). The report mainly deals with the substantive activities and results carried out up to and including December 2020. The annual report is not a financial annual report. In accordance with the letter to parliament from the Minister of Economic Affairs, this report encompasses (1) the progress of the substantive research program, (2) the knowledge assurance and information exchange and (3) the work of the KEM scientific expert panel (KEM panel). The annual report is a report of the KEM panel and reflects the interpretation and conclusions of the KEM panel.

The KEM program is running well in terms of content. The quality of most of the projects is, in the opinion of the KEM expert panel, excellent and the impact significant. The strategic objectives are achieved. The connection with the scientific research program on seismicity Groningen of NWO (DeepNL) has been strengthened. From 2020 onwards, a shift has started from research into seismicity in Groningen to soil subsidence and leakage risks. More attention is being paid to the effects of mining activities, which are part of the energy transition. The priorities indicated in the report "Towards a (national) research agenda and risk toolbox in the Netherlands" are leading in this respect. In 2020 and the coming years, the required KEM research will remain at the same level as in previous years. Part of the available budget has been used to systematically validate and evaluate the results of the KEM studies and to translate these into usable functionality for new versions of TNO's public seismic hazard and risk analysis (public SHRA) tool Groningen. The KEM expert panel concludes with DeepNL that for the long term (after 2022) the Netherlands is lacking a widely supported national roadmap of mining research programs containing structural scientific, applied research (KEM) and DRA tool traces.

The KEM panel previously advised that knowledge consolidation can best be shaped by the use of public instruments for the analysis and representation of the hazard and risks of mining. These tools can be developed and implemented with initial funding through KEM and maintained with additional funding. In 2020 this advice from the KEM panel resulted in the development and launch of the public Groningen seismic hazard and risk analysis tool of TNO (= the public SDRA). A KEM subpanel was established in 2020 that will advise on future plans for the further development of this public SDRA. The KEM subpanel will deliver its first advice in 2021. The details of the development of public instruments for other mining effects and activities is still under discussion. A clear vision and uniform framework from the government is lacking for the time being.
The KEM website has been in existence since October 2018 and aims to share KEM research questions, results and evaluations. The website had approximately 1,500 visitors in 2020, who viewed more than 10,000 pages, mainly the KEM project pages. On these pages you can find the research question, reports and evaluations, as well as the possible impact of research. EZK and SSM interpret the results (can be found at nlog.nl and SSM websites. There is a growing need for more readable technical information. This has not yet been realized in 2020. Contact with stakeholders in various mining regions about the results of the executed research and the collection of new research questions has also remained limited, partly due to Covid 19. A better modus operandi for these aspects of public communication has yet to be developed.

The KEM expert panel met digitally four times in 2020; the scientific expert role in research question articulation, project supervision, project evaluation and interpretation worked efficiently and well in 2020. From 2020, the KEM panel, together with the KEM subpanel, will play a role in advising on the (further) development of the public SDRA. The KEM panel realizes that it has no expertise in facilities / infrastructure (external safety) and expertise in the field of social sciences (risk perception) but will keep it that way for the time being.

In summary, KEM has given an impactful impulse to knowledge development regarding mining risks involving leading international research groups. KEM ran well in 2020 - despite the restrictions due to Covid19 - and is expected to do so in the coming years. It has been agreed to conduct an independent evaluation of KEM after more than three years of KEM. Firstly, to see whether the desired objectives of the Knowledge Program Effects Mining have been achieved in the first three-year period (2017-2019) and will be achieved in the second three-year period (2021-2022), in particular with respect to knowledge development and international affiliation. Secondly, it seems a good time to test whether the results achieved by the professionals in the field are appreciated and whether public confidence in the management of mining risks is improving. Thirdly, it can be evaluated whether the current set-up and organization has worked and whether a continuation after 2022 is desired and to what extent improvements are still possible.

1. Inleiding

Dit is de 3e jaarrapportage van het Kennisprogramma Effecten Mijnbouw (KEM). In de rapportage komen de tot en met december 2020 uitgevoerde activiteiten en bereikte resultaten aan de orde. De rapportage betreft conform de kamerbrief van de Minister van EZK (zie bijlage A) de ontwikkelingen van:

1. KEM-onderzoek. Strategische ontwikkelingen (hoofdstuk 2) en ontwikkeling van onderzoekvragen en -projecten in het kennisprogramma effecten mijnbouw gerubriceerd naar risicotype (hoofdstuk 2);
2. KEM kennisborging en -verspreiding. Versterking platforms voor kennisborging, kennisuitwisseling en onderzoekagendering: KEM website, publieke Seismische Dreiging en Risico Analyse tool (hoofdstuk 3);
3. KEM wetenschappelijk expert panel. Voortgang in de toetsing en articulatie van onderzoeksvragen, de controle op kwaliteit en de duiding van de resultaten (hoofdstuk 4).

Hoofdstuk 5 is gewijd aan de conclusies en aanbevelingen.

2. KEM strategische ontwikkeling

KEM is gestart met het KEM strategisch raamwerk 2017-2019 als kader, waarin de KEM doelstellingen, het proces van onderzoek en de initiële onderzoekagenda's afkomstig van EZK, SodM, NCG en de brede kennisplatform-ondergrond bijeenkomst in Groningen, beschreven worden. Het KEM strategisch raamwerk 2017-2019 vormde de basis voor de strategische ontwikkeling in de periode 2017-2019 (paragraaf 2.1) en het rapport "Towards a national research agenda and toolbox for mining effects in The Netherlands" de voornaamste kader voor de periode 2020-2022 (paragraaf 2.2)
De ontwikkelingen van de strategische doelstellingen van het programma worden met het dashboard in paragraaf 2.1 toegelicht.

2.1 Ontwikkelingen in 2017-2019

KEM Strategie 2017-2019
Het KEM strategische kader is het kader waaraan nieuwe kennisvragen tot en met 2019 inhoudelijk en qua urgentie aan zijn getoetst. Onderstaande figuur geeft grofweg en kwalitatief aan voor welke mijnbouwactiviteiten en typen effecten of risico's bij aanvang van het KEM-programma belangrijke kennishiaten gezien werden en welke mijnbouw dreiging en risico-instrumenten publiek aanwezig waren. De prioriteit in 2017, 2018 en 2019 is gelegd op onderzoeksvragen op het gebied van seismische dreiging- en risico's verbonden aan mijnbouwactiviteiten, zoals de gaswinning in Groningen, en op de publieke beschikbare dreiging en risico toolontwikkeling om deze risico's onafhankelijk te kunnen kwantificeren.

Mijnbouwactiviteiten vs risicotypen	Seismische risico's	Bodemdaling risico's	Lekkage risico's	Integriteit risico's	Abandonnering risico's
Olie en gas productie	Substantiele onzekerheden	Beperkte onzekerheden			Zeer grote onzekerheden
Geothermische productie					
Opslag en berging					
Zout productie					
Voormalige kolen productie	Niet van toepassing				
HRA-Toolbox ontwikkeling					

Not applicable | Mature instruments | Immature instruments | Few instruments

Belangrijk uitgangspunt in dit KEM strategisch raamwerk is dat de onderzoeksresultaten van individuele KEM kennisvragen en projecten moeten gaan bijdragen aan het beter omgaan met benoemde mijnbouweffecten of -risico's in verschillende mijnbouwsectoren. Meer specifiek wordt beoogd bij te dragen aan het valideren en verbeteren van publieke beschikbare risico-instrumenten voor het kwantificeren van mijnbouwrisico's en de effecten van eventuele beheers strategieën, alsook het waar nodig verbeteren van, in de praktijk gehanteerde, werkwijzen en protocollen. De urgentie voor onderzoek wordt bepaald door in te schatten in hoeverre het beantwoorden van de kennisvragen bijdraagt aan het reduceren van bestaande onzekerheden in de dreiging en risicokwantificering en een betere risicobeheersing, mede geprioriteerd door de actualiteit. De stand van kennis over de risico's (zie publicaties Staat van de Mijnbouw sectoren door SodM) en de behoefte aan publiek beschikbare risico instrumenten worden daarom in de prioritering meegenomen.

Onderzoek naar de seismisch dreiging en risico's, vooral van de gaswinning in het Groningen en gasopslagen, kreeg in de periode 2017-2019 de hoogste prioriteit. Aan het eind van die periode zijn er ook onderzoekprojecten gestart op het gebied van andere mijnbouwactiviteiten, zoals zoutwinning en geothermie. Relatief weinig aandacht was er in deze periode nog voor lange termijn effecten. In deze eerste periode is een deel van de projecten (en daarmee een deel van het beschikbare budget) gericht geweest op het ontwikkelen en met nieuwe kennis verbeteren en borgen van onafhankelijke, publieke beschikbare, seismische dreiging en risico analyse instrumenten.

Focus KEM-onderzoek 2017-2019

Mining vs Risks	Seismic risks	Subsidence risks	Leakage risks	Integrity risks	Abandonment risks
Oil and gas production	KEM-02, KEM-04, KEM-05, KEM-07, KEM-08, KEM-09, KEM-11, KEM-14, KEM-20, KEM-21, KEM-22	KEM-25			KEM-19
Geothermal production	KEM-06, KEM-12, KEM-15	KEM-06	KEM-06	KEM-06, KEM-18	KEM-06
Storage fluids and solids	KEM-01, KEM-24		KEM-24		
Salts caverns		KEM-17, KEM-25, KEM-26		KEM-13	
Coal production	not applicable				
Toolboxes en disseminatie	KEM-03, KEM-10,	KEM-16			

De onderzoeksvragen uit het KEM strategische raamwerk en enkele onderzoeksvragen die door het expert panel zelf of door externe mijnbouwrisico platforms werden aangedragen waren de basis voor de eerste set van 24 onderzoeksvragen, die in een viertal tranches door het expert panel besproken zijn (zie paragraaf 4.1 voor een totaal overzicht). Alle onderzoekvragen hebben een onderzoeksleider bij EZK of SodM, die nauw betrokken is bij de aanbesteding en de begeleiding van een project. Sinds 2020 volgt een van de panelleden het project tijdens de uitvoering. Met name voor onderzoeksvragen die door het KEM Expert panel zelf of door belanghebbenden geagendeerd zijn ging dat soms traag. In het KEM-dashboard figuur hierboven is te zien op welke mijnbouwactiviteiten en mijnbouw effecten de eerste 24 onderzoeksvragen betrekking hebben.

Strategisch dashboard eind 2019

Mijnbouwactiviteiten vs risicotypen	Seismische risico's	Bodemdaling risico's	Lekkage risico's	Integriteit risico's	Abandonnering risico's
Olie en gas productie		Beperkte onzekerheden	Substantiele onzekerheden		Zeer grote onzekerheden
Geothermische productie					
Opslag en berging					
Zout productie					
Voormalige kolen productie	Niet van toepassing				
HRA-Toolbox ontwikkeling					

Not applicable | Mature instruments | Immature instruments | New instruments

Veel van de eerste set van 24 onderzoeken zijn eind 2020 afgerond. Dit heeft geleid tot nieuwe resultaten, inzichten op het gebied van mijnbouw effecten en tot het eerste publiek beschikbare publieke instrument voor seismische dreiging en risicoanalyse, ontwikkeld door TNO. De publiek beschikbare kennis in Nederland met betrekking tot dreiging en risico's veroorzaakt door mijnbouwactiviteiten is daardoor aanzienlijk vergroot en versterkt. Dit heeft geleid tot enkele aanpassingen in het KEM-dashboard (zie gearceerde blokken in figuur hiernaast). Deze inschatting van de staat van de dreiging en risico instrumenten zou in een evaluatie bij autoriteiten, onderzoekers en het publiek getoetst dienen te worden. Contacten met onder andere het Platform ondergrond in Groningen, Tcbb, TPA, maar ook met onderzoekers, geven aan de bereikte resultaten nog beter gecommuniceerd kunnen worden.

2.2 Ontwikkelingen in 2020-2022

KEM prioriteiten 2020-2022

Het KEM onderzoeksprogramma 2020-2022 gaat uit van de KEM strategie 2017-2019 (die nog niet geheel voltooid is) met een strategische bijsturing op hoofdlijnen wat betreft de onderzoeksprioriteiten. De bijsturing volgt het rapport "Towards a (national) research agenda and risk toolbox for mining effects in The Netherlands", opgesteld door TNO, Deltares en KNMI (KEM-03a). Daarin hebben de ambities op het gebied van de energietransitie gerelateerde nieuwe mijnbouwactiviteiten de relatieve urgentie van onderzoeksvragen beïnvloed.

Vanuit het belanghebbenden en ministerie van EZK, Staatstoezicht op de Mijnen, Nationaal Coördinator Groningen zijn het merendeel van de specifieke onderzoeksvragen in 2017 aangedragen. Ook zijn er in 2019 aanvullende onderzoeksvragen door belanghebbenden en regionale overheden aangedragen tijdens de open bijeenkomst van het platform Ondergrond te Groningen en daarnaast door enkele belangengroepen elders (zoals Stichting Bescherming Historisch Harlingen, SBHH) en vanuit de Technische commissie bodembewegingen, Tcbb.

Samengevat is er in 2020-2022 meer aandacht voor zoutwinning, geothermie, opslag van vloeistoffen (H2, N2, CO2, CH4), lekkage risico's en abandonnering vraagstukken. Tegelijkertijd blijft er aandacht voor de seismische risico's van andere mijnbouwactiviteiten dan gaswinning en voor het afronden van de onderzoeksvragen uit de strategische agenda 2017-2020 (KEM-01 tot en met KEM-24).
In deze strategieperiode zal ook gewerkt worden aan het verbeteren van publieke beschikbare mijnbouw effecten dreiging en risico analyse instrumenten en aan het delen van resultaten met wetenschappers en publiek in Nederland.

Focus KEM-onderzoek 2020-2022

Mijnbouw Activiteiten vs Risicotypen	Seismische risico's	Bodemdaling risico's	Lekkage risico's	Fysieke integriteit installaties risico's	Abandonnering risco's
Olie en gas productie	(KEM-05b, **KEM-09**, KEM-11c, **KEM-14**), KEM-32, **KEM-34**, **KEM-35**, KEM-36, KEM-41	KEM-38		**KEM-31**	**(KEM-19), KEM-33**
Geothermische productie	**(KEM-15)**				**(KEM-18)**
Opslag en berging	**(KEM-24)**		KEM-27, KEM-28	KEM-29	KEM-27, KEM-28
Zoutcavernes	KEM-39, KEM-40	KEM-26			
Voormalige kolenproductie					KEM-42
Publiek HRA instrumenten	**KEM-43**	**(KEM-16)**, KEM-25, KEM-37			
Bold: loopt, Niet bold: (nog) niet	Niet van toepassing	Kennis en tools publiek beschikbaar	Publieke kennis en tools beperkt	Publieke kennis en tools onvoldoende	

Er zijn eind 2020 18 nieuwe onderzoeksvragen geagendeerd (KEM-25 tot en met KEM-43, zie ook hoofdstuk 4.1). In de figuur hiernaast is te zien op welke onderzoeksterreinen, deze vragen betrekking hebben. Voor de volledigheid zijn ook de nog lopende onderzoeken uit de eerste strategieperiode tussen haakjes opgenomen.
Wat opvalt is dat relatief weinig vragen betrekking hebben op geothermie. Dit wordt mede veroorzaakt door het feit dat er veel (praktisch) onderzoek voor geothermie naast het KEM-programma plaatsvindt, zoals het SCAN-programma. Ook is het onderzoek naar opslag van nieuwe stoffen (zoals waterstof) beperkt qua omvang, vanwege het feit dat de vraagarticulatie op dit gebied nog niet in alle breedte op gang gekomen is.

Strategisch dashboard eind 2022

Mijnbouw Activiteiten vs Risicotypen	Seismische risico's	Bodemdaling risico's	Lekkage risico's	Fysieke integriteit installaties risico's	Abandonnering risco's
Olie en gas productie	(KEM-05b, **KEM-09**, KEM-11c, **KEM-14**), KEM-32, **KEM-34**, **KEM-35**, KEM-36, KEM-41	KEM-38		**KEM-31**	**(KEM-19), KEM-33**
Geothermische productie	**(KEM-15)**				**(KEM-18)**
Opslag en berging	**(KEM-24)**		KEM-27, KEM-28	KEM-29	KEM-27, KEM-28
Zoutcavernes	KEM-39, KEM-40	KEM-26			
Voormalige kolenproductie					KEM-42
Publiek HRA instrumenten	**KEM-43**	**(KEM-16)**, KEM-25, KEM-37			
Bold: loopt, Niet bold: (nog) niet	Niet van toepassing	Kennis en tools publiek beschikbaar	Publieke kennis en tools beperkt	Publieke kennis en tools onvoldoende	

Het streven is te bereiken dat kennis van seismische risico's en bodemdaling dreiging en risico kennis internationaal state-of-the-art is en dat er dreiging en risico analyse tools beschikbaar publiek zijn. Daarna kan volstaan worden met het verwerken van voortschrijdend inzicht en incrementele verbeteringen. Wat betreft lekkage en abandonnering risico's kan er een belangrijke stap gemaakt zijn eind 2022. De verwachting is dat de beschikbare publieke dreiging en risico tools op dit gebied daarna nog een ontwikkeltraject nodig hebben. Het is raadzaam om na de evaluatie van KEM en vanuit een nationale onderzoekstrategie de ontwikkelingen van dreiging en risico instrumenten verder vorm te geven.

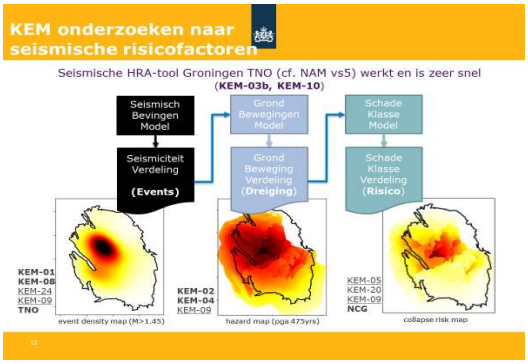
3. KEM onderzoek, status en resultaten

Het feitelijke onderzoek start met onderzoeksvragen, ingebracht door EZK, SodM en overige belanghebbenden, die door het KEM wetenschappelijk expertpanel getoetst en soms wetenschappelijk gearticuleerd worden. Daarna worden onderzoeksprojecten door EZK en SodM aanbesteed, opgestart en begeleid en door het KEM wetenschappelijk expert panel gevolgd en uiteindelijk op kwaliteit en mogelijke impact geëvalueerd. De status dd. 31-12-2020 van alle onderzoeksvragen en- projecten is te vinden in bijlage B. In paragrafen 3.1-3.4 wordt respectievelijk gerapporteerd over het onderzoek op het gebied van de verschillende dreigingen en risico's van mijnbouwactiviteiten: seismiciteit, bodemdaling, lekkage en fysieke integriteitrisico's.

3.1 Onderzoekvragen en onderzoekprojecten Seismische risico's

Huidige status opvolging onderzoeksvragen aangaande seismische risico's

Het grootste aantal onderzoekvragen van KEM-01 – KEM-24 (9) gaat over kennis over de seismische dreiging- en risico's. Ze zijn specifiek gericht op het beantwoorden van onderzoeksvragen over wijze van berekenen van de seismische risico's in Groningen teneinde de SDRA Groningen modellentrein verder te valideren en te verbeteren .



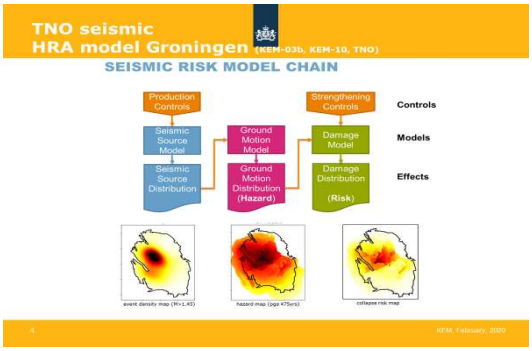
Daarnaast zijn 2 onderzoeksvragen uitgevoerd relevant voor aardbevingsdreiging- en risico's bij kleinere gasvelden (KEM-07, KEM-11) en zijn er 3 onderzoekvragen over seismische risico's, verbonden aan geothermie (KEM-06, KEM-12, KEM-15) en 2 onderzoeksvragen gericht op seismische risico's bij gasopslag (KEM-01, KEM-24).

Met uitzondering van KEM-05a, KEM-19, en KEM-24 zijn al deze onderzoekprojecten inmiddels aanbesteed, gestart en afgerond. De resultaten van deze onderzoeksprojecten zijn beschikbaar op de KEM website. De resultaten van KEM-14, KEM-15, KEM-16, KEM-18, KEM-19 en KEM-24 volgen naar verwachting in 2021. Een viertal onderzoekvragen zijn met argumenten door het KEM panel afgewezen, niet behandeling genomen of aangehouden (KEM-12, KEM-21, KEM-22, KEM-23).

Samen met het DeepNL programma van NWO wordt onderzoek onderling programmatisch en bestuurlijk afgestemd en besproken. Er is intussen een colloquiumserie opgestart om KEM onderzoeksresultaten te delen en wetenschappelijke onderzoekers in Nederland en (internationale) KEM onderzoekers te verbinden.

Status publiek SDRA projecten

Er zijn er een drietal KEM projecten uitgevoerd voor de opzet van publieke seismische risico-toolbox voor Groningen (KEM-03b, KEM-10 en KEM-35).



Er is een KEM-subpanel opgezet (zie hoofdstuk 5.3) om te adviseren over de verdere modelontwikkelingen van het resulterende publieke SDRA tool bij TNO en over het gebruik van een gevalideerde versies door overheid of derden. KEM-subpanel leden kunnen vanuit hun expertise in de toekomst ook sommige andere KEM onderzoeksprojecten, die sterk gerelateerd zijn aan de pSDRA, helpen begeleiden.

Resultaten en impact van onderzoek naar seismische dreiging- en risico's

Het KEM-panel is van mening dat eind 2020, ten opzichte van 2017, grote stappen zijn gemaakt in de publieke kennisontwikkeling ten aanzien van seismische mijnbouwrisico's. Enkele specifieke uitkomsten en impact van KEM-onderzoek met betrekking tot seismische risico's zijn:

- 2018: Er is een beter inzicht verkregen in de te hanteren minimum en maximum reservoirdrukken en de maximale opslag- en productiesnelheden voor de opslag van gas in voormalige gasvelden. De seismische

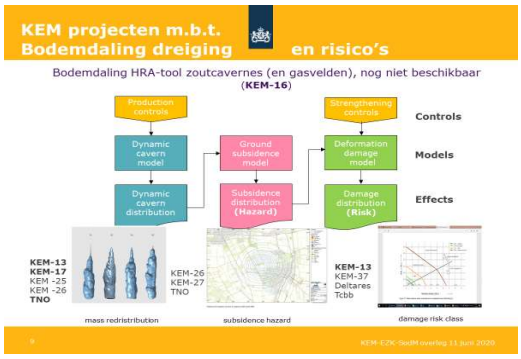
risico's worden daarmee geminimaliseerd. Deze receptuur is inmiddels verwerkt in praktische richtlijnen (KEM-01);

- 2019: Voor de berekening van seismische risico's in kleine gasvelden is een alternatieve, fysisch-gebaseerde evaluatiemethodiek ontwikkeld en gedemonstreerd. Op basis daarvan is het inzicht ontstaan dat een dichter netwerk van seismologische data en een completere set van reservoirdata nodig zijn voor betrouwbaardere voorspellingen met de huidige of alternatieve methodieken. Dit heeft al effect op de seismologische monitoringseisen bij alle mijnbouwactiviteiten en het basis seismisch meetnetwerk in Nederland (KEM-07);
- 2019-2020: Mede door het gebruik in enkele KEM projecten is gesignaleerd dat een deel van de (vroegere) grondversnellingsmetingen in Groningen problematisch waren. Het KEM-11 project heeft een impuls gegeven aan de verbetering van de kwaliteit van het seismologische netwerk en de aardbevingencatalogus van Groningen. Het KNMI neemt resultaten mee in het verbeteren van het netwerk en de catalogus (KEM-11);
- 2020: Er zijn suggesties gedaan voor mogelijke verbeteringen in de (seismologische) modellen, die het voorkomen van bevingen voorspellen. Deze zullen in overweging genomen worden voor de verdere ontwikkeling van het "seismic source model, SSM" in het publieke (TNO) seismische dreiging en risicoanalyse tool (KEM-08);
- 2020: TNO heeft een publiek beschikbare SDRA-tool voor Groningen opgeleverd waarmee de seismische dreiging en risico's voor een gegeven productiescenario honderd tot duizend maal sneller dan voorheen en onafhankelijk kunnen worden berekend (KEM-03, KEM-10, KEM-35). De TNO SDRA-tool is vergeleken met de uitkomsten van met de vs6 HRA berekeningen van NAM. Bij gelijke aannames en parameters zijn de uitkomsten vrijwel dezelfde. Het TNO SDRA tool zal in 2021 door de overheid gebruikt worden als onderbouwing voor de operationele strategie van het Groningen gasveld voor gasjaar 2021-2022. In het KEM-programma zal een gevoeligheidsanalyse plaatsvinden (KEM-09);
- 2020: Ontdekt is dat de grondversnellingsmetingen in Groningen van plaats tot plaats door lokale variaties in de ondergrond meer worden beïnvloed dan met de huidige modellen kan worden beschreven. Onderzoek toont aan hoe relatief klein (aanwezigheid van Peelogeulen, variaties in de dikte van het Zechstein) of groot (door topografie, de Holoceenlagen direct onder het oppervlak , door aanwezigheid van zoutkoepels) de ruimtelijke variabiliteit in bodembewegingen ten gevolge van heterogeniteit in de ondergrond kunnen zijn. Mogelijk kunnen deze inzichten in volgende versies van de publieke SDRA worden verwerkt (KEM-02, KEM-04). Topografische effecten worden verwerkt in het grondbewegingsmodel GMM-V7, wat nog onder leiding van NAM wordt opgeleverd in 2021. In dit model worden Wierden als aparte objecten meegenomen.
- 2020: Er is een project opgestart naar de lange termijn drukvereffening, vloeistofstroming in en rondom gasvelden in Noord-Nederland en de lange termijn bodembewegingseffecten daarvan na sluiting van het gasveld in Groningen nader analyseert (KEM-19);
- 2020. Er is een project opgestart dat het effect bestudeert van gasinjectie ter beïnvloeding van reservoir drukken (stoppen of terugdraaien van de drukdaling) op de seismische risico's (KEM-24);
- 2020: Er is een project gestart dat de kans op waterinjectie en thermisch geïnduceerde aardbevingen bij geothermische activiteiten nader onderzoekt (KEM-15).

3.2 Onderzoeksvragen en onderzoekprojecten Bodemdalingsrisico's

Status bodemdaling onderzoekprojecten

Het betreft 4 onderzoekvragen gerelateerd aan bodemdalingsrisico's door zoutcavernes (KEM-17, KEM-25, KEM-26), geothermie en gasopslag (KEM-19). KEM-17 is afgerond en de resultaten daarvan zijn intussen beschikbaar. KEM-19 loopt nog. Het besluit om onderzoeksvragen KEM-25 en/of KEM-26 op te pakken is aangehouden totdat KEM-16 afgerond is.



Status bodemdaling toolbox projecten

Er is ook een KEM onderzoeksvraag voor de opzet van de publieke dreiging en risico analyse tool voor bodemdaling (KEM-16) behandeld. Tezamen met belanghebbenden wordt op dit moment vorm gegeven aan drie deelprojecten voor KEM-16. Eén deelproject zal ondiepe oorzaken en diepe oorzaken van bodemdaling in een gebied in kaart brengen, één deelproject behandeld een gebied met meerdere oorzaken van bodemdaling die veroorzaakt worden door mijnbouw (gas- en zoutwinning). Het laatste deelproject kijkt naar de relatie van bodemdaling met de

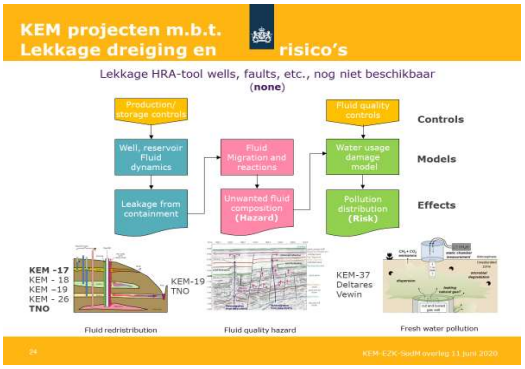
gebouwen aan het oppervlak. De verschillende beschikbare tools worden zo gebruikt en in kaart gebracht voor verschillende doeleinden. Na afloop van KEM-16 zal een gecombineerde toolbox voor bodemdaling beschikbaar zijn. Daarbij is het van belang om goed af te stemmen met bestaand bodemdaling (monitoring) ontwikkelingen in Nederland zoals bij vanuit de Nationale Informatievoorziening Bodembewegingen (NIB, www.bodembeweging.nl).

Resultaten en impact onderzoek bodemdaling dreiging en -risico's
Ten opzichte van 2017 is het KEM panel van mening dat eind 2020 de eerste stappen zijn gemaakt in de kennisontwikkeling ten aanzien van de bodemdalingsrisico's door mijnbouw. Enkele specifieke uitkomsten en impact van KEM-onderzoeken op dit gebied zijn:

- 2019: Het inzicht is ontstaan dat veel beter moet worden nagedacht over de beste methode om - met name meer dan 1000 meter diepe - zoutcavernes na afloop van de winningsperiode achter te kunnen laten (KEM-17), zonder toekomstige bodemdaling of lekkagerisico's. Hiermee kunnen de bodemdaling randvoorwaarden voor gasopslag operaties en de wijze van abandonnering van zoutcavernes worden aangepast;
- 2020: Er is een begin gemaakt met het specificeren van een publieke bodemdalingsdreiging en risico-analyse toolbox op basis van de verschillende tools die nu beschikbaar zijn (KEM-16);
- 2020: De KEM-25 en KEM-26 onderzoeksvragen zijn aangehouden. Mogelijk worden deze later opgepakt, nadat het lopende project KEM-16 is zijn afgerond;
- 2020: Het KEM-19 project dat – na stopzetting van gaswinning- lange termijn vloeistoflekkage en -migratie dreiging en daaraan gerelateerde bodembewegingsrisico's bestudeerd is in 2020 gestart .

3.3 Onderzoeksvragen en –projecten over Lekkage risico's

Status lekkage onderzoek- en toolbox-projecten
Het betreft 3 onderzoekvragen gerelateerd aan lekkagerisico's rondom putten (gas, geothermie en gasopslag; KEM-17, KEM-18, KEM-19,). KEM-17 is afgerond en de resultaten daarvan zijn intussen beschikbaar. De andere 3 projecten zijn inmiddels aanbesteed en gestart.



Er is nog geen KEM onderzoeksvraag gepland voor de opzet van een publieke risico-toolbox voor lekkages.

Resultaten en impact onderzoek lekkagedreiging en -risico's
Er zijn eind 2020 de eerste stappen gemaakt in de kennisontwikkeling binnen het KEM ten aanzien van de kennis over mijnbouwrisico's door lekkage.

Er zijn nog weinig uitkomsten en impact van KEM-onderzoek op dit gebied:

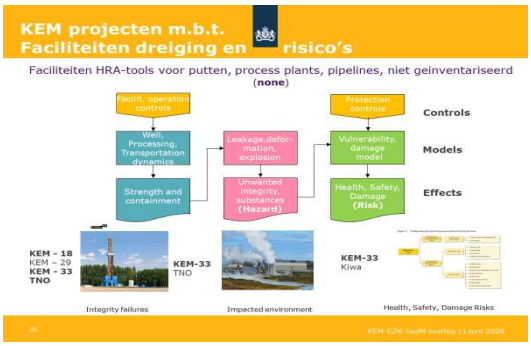
- 2019: KEM-17 is afgerond (zie ook bij resultaten Bodemdaling). (>1000m) diepe - zoutcavernes na afloop van de winningsperiode achter te kunnen laten (KEM-17), zonder toekomstige bodemdaling of lekkagerisico's. Hiermee kunnen de pekellekkage randvoorwaarden voor gasopslag operaties en de wijze van abandonnering van zoutcavernes worden aangepast;
- 2020: Het onderzoek naar lange termijn lekkage risico's van putten (na abandonnering) is gestart, met specifieke aandacht voor gas en geothermische putten (KEM-18);
- 2020: Onderzoek naar het effect de mogelijke lange termijn horizontale (in gas en watervoerende formaties) en verticale migratie (langs putten) van vloeistoffen na abandonnering van gasvelden is gestart (KEM-19);
- 2020: Onderzoek naar het effect van injectie in het Groningen gasveld op drukken en grondbewegingen en de effecten daarvan op het seismisch risico is gestart (KEM-24).

3.4 Onderzoeksvragen en –projecten over Installatie-integriteit risico's

De hoeveelheid onderzoeksvragen op dit gebied is tot nu toe beperkt gebleven overeenkomstig de KEM focus tot nu toe. Er zijn onderzoeksvragen ter tafel gekomen over:

- 2017: Het onderzoek naar het risico's van het boren door zout "stringers" is afgerond en heeft geleid tot de aanbevelingen voor aanpassingen in de toegepaste methodiek, o.a. via de noodzaak van daarop gericht 3D seismisch vooronderzoek (KEM-13);
- 2019: 2020: Het onderzoek naar de lange termijn integriteit cement in afgesloten gas en geothermische putten is gestart (KEM-18).

De onderzoeksvragen met betrekking tot ondergrondse opslag (KEM-28) en transport van waterstof door bestaande gas pijpleidingen (KEM-29) zijn nog niet door het KEM panel opgepakt.



4. KEM kennisborging en -verspreiding

In de KEM kamerbrief (zie annex 1) is opgedragen dat de KEM agendering van kennisvragen en de in KEM projecten ontwikkelde kennis op het gebied van mijnbouwrisico's geborgd en gedeeld moeten worden via kennisuitwisselingsplatforms. Ook in 2020 is daar op drie fronten aan gewerkt:

1. Contact met belanghebbenden en onderzoekplatforms in den lande ten aanzien van verschillende mijnbouw risico's;
2. Het initiatief om tot een publiek risico instrumentarium te komen;
3. Het beheren en aanvullen van de KEM-programma website

4.1 Belanghebbenden en onderzoekplatforms

Er is via de KEM expert panel secretaris vanwege corona beperkte e-mail contact geweest met mijnbouwrisico platforms, zoals: (1) Belanghebbende partijen m.b.t. seismische risico's Groningen en NCG; (2) kennisplatformen Bouwen en versterken en Leefbaar en Kansrijk Groningen; (3) Tcbb en TPA; (4) belanghebbenden bodemdaling, c.q. Harlingen bodemdaling; (5) belanghebbenden geothermie via het Platform Geothermie (via EBN/EZK) en (6) belanghebbenden kolenmijnbouw via het loket na-ijlingseffecten mijnbouw Limburg (via SodM).
Deze contacten hebben ook in 2020 in een aantal gevallen geleid tot het delen van nieuwe kennisvragen en bestaande kennis. Voor veel vragen die gesteld worden was geen aanvullend onderzoek nodig om deze te kunnen beantwoorden. In die gevallen is doorverwezen naar instanties die de beantwoording op zich kunnen nemen.

Er is via de KEM expert panel secretaris en via deelname in elkaars bijeenkomsten intensief contact geweest met andere Mijnbouw-gerelateerde onderzoekprogramma's in Nederland, te weten:

- Wetenschappelijk onderzoeksprogramma DeepNL, waarmee in colloquia KEM-onderzoek gedeeld en besproken wordt en vice versa;
- Publiek toolbox team bij TNO en zusterinstituten, die KEM kennis consolideren in risico-tools;
- Initiatieven in het kader van topsector innovatieprogramma's, zoals het Geo-energie programma;
- Korte termijn urgente onderzoeken in opdracht van EZK, SodM en NCG, die niet via KEM lopen.

Deze contacten worden gebruikt om de verschillende onderzoekprogramma's waar nodig op elkaar af te stemmen. Er wordt en zal worden bijgedragen aan wetenschappelijk symposia en publicaties (KNGMG, NAC). Met DeepNL is een colloquium serie gestart.

4.2 Kennisborging in publieke mijnbouw effect DRA tools

In de afgelopen jarenzijn op basis van de opgedane ervaringen door het KEM wetenschappelijk expert panel enkele suggesties gedaan voor het scherper inkaderen, prioriteren en focussen van het Kennisprogramma Effecten Mijnbouw en op de verbeteringen in het publiek beschikbare mijnbouw risico instrumentarium. Het voorstel voor het opzetten van publieke mijnbouw risicotoolboxen en de bijdrage daaraan vanuit het KEM-programma is door EZK en SodM omarmd. Er is vanaf 2018 een proces gestart om het publieke seismisch risico instrumentarium voor Groningen door TNO te laten ontwikkelen. Er wordt verwacht dat op deze wijze meer vertrouwen ontstaat in met deze tools onderbouwde keuzes van de overheid inzake dossiers op het gebied van effecten mijnbouw.

In 2020 is het publieke Seismische Dreiging en Risico Analyse instrument (publieke SDRA) door TNO gerealiseerd, getest met NAM HRA vs6 en beschikbaar voor gebruik vanaf 2021. Er is een KEM-subpanel, gelieerd aan het KEM wetenschappelijk expert panel, opgericht om technisch-inhoudelijk te adviseren over de verdere ontwikkelingen van dit instrument (zie paragraaf 4.2 en bijlage D).

4.3 Informatiedeling via website kemprogramma.nl

Het Kennisprogramma Effecten Mijnbouw loopt nu 3,5 jaar. Diverse partijen in het veld en daarbuiten zijn geïnteresseerd in meer details over de inhoud en werkwijze van het programma. Oktober 2018 is de Engelstalige versie van de KEM website online gekomen. In januari 2019 volgde de Nederlandse versie online. Op de website zijn allereerst de algemene informatie over het KEM-programma (de opdracht, het strategische onderzoekraamwerk en -agenda's, de werkwijze van het wetenschappelijk expert panel) te vinden. Ook worden de KEM voortgangsrapportages gepubliceerd.

Het meest bezochte deel van de website is de informatie over in behandeling genomen individuele onderzoeksprojecten (vraag, beschrijving, resultaten, status, etc.). Ook is er de mogelijkheid om feedback te geven op het KEM-programma. De evaluatie die na afsluiting van de KEM projecten door het wetenschappelijk expert panel gemaakt wordt, maakt onderdeel uit van de projectinformatie. In 2020 zijn er resultaten van 7 projecten bijgeplaatst en de eindrapportages en evaluaties van een zestal projecten toegevoegd. In het geval van het beschikbaar worden van de evaluaties en rapportages worden ook nieuwsberichten geplaatst, die attenderen op nieuwe informatie. Eind 2020 is er samen met het NWO programma DeepNL een colloquium serie opgezet met als doel resultaten van (inter)nationale KEM-onderzoek en onderzoekers met Nederlandse DeepNL onderzoekers te delen en te bespreken. Opnames (MP4-videos) van deze presentaties worden aan de projectinformatie op de website toegevoegd en daarmee publiek beschikbaar.

De ervaringen vanaf 2019 laten zien dat de website intussen goed gevonden wordt. De website had in 2020 circa 1500 bezoekers, die meer dan 10.000 pagina's bekeken, voornamelijk de KEM projectpagina's. De vindbaarheid zou nog verbeterd kunnen worden door meer links vanuit andere websites. In 2020 was gepland de website en communicaties publieksvriendelijker vorm te geven. Dat gaat nu in 2021 plaatsvinden.

5. KEM wetenschappelijk expert panel

5.1 Activiteiten en planning

Het KEM wetenschappelijke expert panel is sinds begin 2019 compleet, naar de inzichten bij aanvang in 2017. Na de tweedaagse kick-off bijeenkomst in mei 2017 heeft het KEM wetenschappelijk expert panel (kernteam) elk jaar twee fysieke (behalve in 2020 i.v.m. Covid19) en twee conference call bijeenkomsten gehad. De secretaris van het KEM expert panel bereidt de bijeenkomsten voor, alsook de tussentijdse onderlinge emailcontacten. Hij is één dag in de week (voor Covid19) aanwezig op kantoor bij SodM en af en toe bij EZK of NCG. Het KEM wetenschappelijk expert panel werkt meestal efficiënt en goed en panelleden zijn bereidwillig buiten de vergaderingen om (vraagarticulatie-, projectevaluatie-)acties uit te voeren.

Planning onderzoek
Elke onderzoeksvraag is door het expertpanel beoordeeld en waar nodig aangescherpt. Van de 24 onderzoeksvragen in de eerste 4 tranches van de eerste strategieperiode 2017-2019, zijn er 17 zeer relevant voor onderzoek geacht en in het proces van aanbesteding gebracht, 4 onderzoeksvragen betreffen toolbox-ontwikkelingen (pSDRA) en 3 vragen zijn om diverse redenen niet doorgezet.

Tranche	Status	Nummers
1 (2017)	De 9 voorstellen in de 1e Tranche zijn tussen oktober 2017 en januari 2018 geheel afgehandeld door het KEM wetenschappelijk expertpanel. Ze zijn door het panel besproken en beoordeeld en waar nodig in communicatie over en weer met de indieners aangepast en bijgesteld. Ook	KEM-01 t/m KEM-07

	heeft het panel geadviseerd door welke partijen de voorgestelde onderzoeken het beste kunnen worden uitgevoerd. Deze onderzoeksvragen zijn nu allemaal uitgevoerd. Alleen KEM-vraag 5a en 5b waren na een jaar nog niet in aanbesteding.	
2 (2017)	Een tweede tranche van 6 onderzoeksvoorstellen is tussen november 2017 en maart 2018 afgehandeld door het KEM wetenschappelijk expert panel. Vijf van de zes onderzoekvragen zijn na 1 jaar afgerond, in uitvoering of in aanbesteding. KEM-11 is tweemaal verlengd (KEM-11b, KEM-11c).	KEM-08 t/m KEM-12
3 (2018)	Een derde tranche van 8 onderzoeksvoorstellen is behandeld tussen januari en juli 2018 door het wetenschappelijk expert panel en is eind juni 2018 op 1 na afgehandeld door het panel. 3 van de acht onderzoekvragen zijn in aanbesteding. 3 worden doorgegeven aan het toolbox programma en wachten op de definitie en het opzetten van de kaders daarvoor en 2 zijn beargumenteerd afgewezen.	KEM-13 t/m KEM 20
4 (2018)	De 3 vragen in de vierde tranche zijn tussen maart en juli 2018 als relevant beoordeeld. 1 onderzoekvraag is met argumenten afgewezen. 2 onderzoeken krijgen geen prioriteit van SodM of EZK, "Weeskind" onderzoekvragen, en krijgen geen prioriteit bij aanbesteding en begeleiding. Wellicht is de oplossing om een kennisinstelling voor de aanbesteding en begeleiding aan te wijzen (TNO?).	KEM-21 t/m/KEM 24

De tweede strategieperiode 2020-2022 is in 2019 gestart. In de tweede helft van 2019 zijn er diverse onderzoekvragen uit tranche 5 tot en met 9 in het KEM wetenschappelijk expert panel besproken.

Tranches	Status	Nummers
5 (2019)	Vragen met betrekking tot bodembewegingen en zout (vervolg KEM-17, resp. KEM-25, KEM-26). Deze zijn aangehouden tot na afronding van KEM-16.	KEM-25 t/m KEM-27
6 (2019)	Eerste vragen m.b.t. energietransitie. Het betreft vragen met betrekking tot waterstof en CO2 opslag (KEM-27-29), infrageluid (KEM-31), abandonnering faciliteiten (KEM-33) en seismische risico-alert voor infrastructuur (KEM-34). KEM-32 wacht op afronding van KEM-11.	KEM-27 t/m KEM-34
7 (2019)	KEM-35 het ontwikkelen van het seismische DRA-tool Groningen vs 6 is afgerond. KEM-36 wacht op het advies van het KEM-subpanel ivoorjaar 2021.	KEM-35 t/m KEM-36
8 (2020)	Een aantal nieuwe vragen opgehaald in de Groningen platform ondergrond bijeenkomst in 2019 en ingebracht door Tcbb, Deze betreffen deel extra vragen met betrekking tot bodemdaling (KEM-27, KEM-38 en KEM-40) en een over opslag (KEM-39, vervolg KEM-01) en het FCM model in de pSDRA (KEM-41)	KEM-37 t/m KEM-41
9 (2020)	Een vraag met betrekking tot lokale bodemdaling effecten KEM-42), o.a. bij voormalige kolenwinning of cavernes en KEM-43 gericht op het verbeteren van het pSDRA tool.	KEM-42 t/m KEM-43

Eind 2019 of begin 2020 zijn KEM-31, KEM-33, KEM-34 en KEM-35 gestart. KEM-33 en KEM-35 zijn intussen afgerond. De vragen op het gebied van bodemdaling zijn in het KEM wetenschappelijk expert panel ter sprake gekomen. De projecten op het gebied van zout, waterstof en CO2 opslag hebben in 2020 nog geen invulling gekregen. Een deel van deze vragen zullen 2021 en verder in behandeling en aanbesteding genomen worden.

5.2 Aanbesteding en financiën

De uitvraag van de onderzoeken is belegd bij de Bureau Inkoop IUC van EZK (incl. vragen vanuit SodM en NCG). Op 24 juli 2017 heeft overleg plaatsgevonden met de afdeling inkoop van EZK en met haar inhoudelijk adviseur (bijzonder hoogleraar aanbestedingsrecht). Op basis van het advies van laatstgenoemde is duidelijk geworden dat de aanbesteding van KEM-onderzoek niet onder Europese aanbestedingsregels valt zolang het om wetenschappelijk onderzoek gaat. Wel gelden een aantal andere voorwaarden waar in de aanbesteding rekening mee gehouden moet worden.

Een flink aantal onderzoeken (circa 20) zijn tot en met eind 2020 in de markt gezet via Bureau Inkoop of een deel (circa 10) zijn in de werkprogramma's van TNO, Deltares en KNMI opgenomen. De ervaringen zijn tot nu toe positief. In totaal zijn er 27 onderzoeken in uitvoering genomen waarvan het merendeel inmiddels afgerond is, 8 onderzoeksvragen door het KEM expert panel goedgevonden en in (voorbereiding van) aanbesteding, een tiental bestaande onderzoeksvragen zijn in afwachting van onderzoeksresultaten of moeten nog in het expert panel besproken worden. Een zestal onderzoeksvragen zijn beargumenteerd afgewezen of vanwege lage prioriteit niet doorgezet.

De KEM onderzoekskosten bedragen tot nu toe ongeveer 4 miljoen euro per jaar (inclusief de ontwikkelkosten van de publieke SDRA tool voor Groningen).

5.3 Organisatie KEM expert panel en KEM-subpanel modelontwikkeling

Het onafhankelijke KEM wetenschappelijk expert panel is primair verantwoordelijk voor de borging van de wetenschappelijke kwaliteit en de onafhankelijkheid van het KEM onderzoek programma. Het panel beoordeelt de onderzoekvragen adviseert over de, articulatie daarvan, beveelt partijen aan die geschikt zijn om de onderzoeken uit te voeren en evalueert de wetenschappelijke kwaliteit en de duiding van de onderzoeksresultaten. Het KEM wetenschappelijk expert panel werkt tot nu toe naar behoren, zoals aangegeven in voortgangsgesprekken met EZK en SodM naar aanleiding van eerdere jaarverslagen.

In bijlage D zijn de leden van beide KEM panels te vinden. Het KEM panel heeft overwogen qua expertise uit te breiden, maar vooralsnog gezien het beperkt aantal vragen op deze gebieden en de mogelijkheid om ad hoc experts in te schakelen daar niet voor gekozen. Tot nu toe is er geen behoefte gebleken aan een tweede grotere ring van domeinexperts buiten het KEM Expert panel. Het is mogelijk dat in een later stadium alsnog leden met expertise op het gebied van putten en bovengrondse installaties aan het team toegevoegd worden. Appendix A geeft een overzicht van de huidige leden van het kernteam. In een later stadium zal de behoefte aan een formele tweede ring netwerk van domeinexperts opnieuw bekeken worden.

In 2020 is het onafhankelijke KEM wetenschappelijk expert panel aangevuld met het KEM-subpanel voor modelontwikkeling. In het KEM-subpanel modelontwikkeling zitten wetenschappelijke experts op het gebied van seismische dreiging en risico tools. Het KEM-subpanel modelontwikkeling start vanaf februari 2021 met advisering over de modelontwikkeling van huidige publieke seismische dreiging en risicoanalyse tool van TNO . Het KEM-subpanel modelontwikkeling brengt via het KEM wetenschappelijk expert panel haar advies uit aan het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat en het Staatstoezicht op de Mijnen. De ‘terms of reference’ van het KEM wetenschappelijk expert panel zijn aangevuld met de taken van het KEM-subpanel modelontwikkeling aangaande de advisering over de ontwikkelingen van de publiek SDRA (zie Bijlage B).

6. Conclusies en aanbevelingen

6.1 KEM strategie en onderzoek

Het KEM-programma loopt inhoudelijk goed. De kwaliteit van de meerderheid van de projecten is naar het oordeel van het KEM expert panel uitstekend en de impact betekenisvol. Er is vanaf 2020 een verschuiving van onderzoek naar seismiciteit Groningen naar andere effecten van mijnbouw gerelateerd aan de energie transitie, conform de prioriteiten gesteld in het rapport “Naar een (nationale) onderzoekagenda en risico toolbox in Nederland”. Het KEM-programma is nu 3,5 jaar actief en loopt nog 2 jaar. In 2020 was en komende jaren blijft het KEM-onderzoek op hetzelfde niveau als in voorgaande jaren.

Aandachtspunten:

- Een aspect dat aandacht blijft vragen is de doorlooptijden van de vraagarticulatie (3-6 maanden, met uitzonderingen van 1 jaar of meer), aanbesteding (3-6 maanden) en de publicatie van resultaten (3-6 maanden). Er is er inmiddels wel een spoedprocedure beschikbaar voor uitzonderingsgevallen met hoge urgentie;
- Naar verwachting blijven de KEM onderzoekskosten de komende jaren op of boven op het huidige niveau. In toenemende mate is budget nodig zijn om de resultaten van de KEM-onderzoeken systematisch te kunnen valideren en evalueren en om deze te vertalen naar bruikbare functionaliteit voor nieuwe versies van de publieke mijnbouw dreiging- en risico analyse tools, zoals de publieke SDRA Groningen.
- De verbinding met de wetenschappelijke onderzoekprogramma’s van NWO, c.q. DeepNL, verloopt steeds beter maar er is naar de mening van het KEM expert panel ook in de toekomst, na 2022, nog noodzaak voor onderzoek in het kader van andere mijnbouwactiviteiten. Een gezamenlijk gedragen en structureel nationaal wetenschappelijk en toegepast/KEM onderzoekagenda wordt daarvoor door DeepNL programma voorzitter en de voorzitter van het KEM expert panel opportuun geacht.
- Na meer dan vier jaar KEM wordt een onafhankelijke evaluatie van het KEM nodig geacht. Ten eerste, om te zien of in hoeverre de gewenste doelstellingen van het Kennisprogramma Effecten Mijnbouw behaald

zijn in de eerste periode van drie jaar (2017-2019) en behaald gaan worden in tweede periode van 3 jaar (2021-2022). Specifiek gaat het om publieke kennisontwikkeling en aansluiting bij internationale expertise. Ten tweede, lijkt het een goed moment om te toetsen of resultaten de professionals bij EZK, SodM, relevante kennisinstellingen en mijnbouwbedrijven bereiken en of deze positief gewaardeerd wordt en of KEM het vertrouwen in de beheersing van mijnbouwrisico's bij het publiek toegenomen is. Ten derde, kan geëvalueerd worden of de - in eerste instantie tijdelijke, impuls gerichte - opzet en organisatie gewerkt heeft en gewenst is voor de lange termijn en in hoeverre er nog verbeteringen mogelijk zijn.

6.2 KEM kennisborging en verspreiding

Het KEM-programma heeft de ontwikkeling van publieke mijnbouw effecten toolboxen voor mijnbouw risico instrumenten mede op gang gebracht door de stimulering van de publieke SDRA Groningen. Het KEM expertpanel is van mening dat de borging van de onderzoeksresultaten het best vorm gegeven kan worden door de ontwikkeling van een mijnbouw dreiging en risico-toolbox instrumentarium met een – naar verwachting substantiële – financiering, deels via KEM voor het ontwikkelen van de eerste versies en deels buiten het kader van de financiering van het KEM onderzoeksbudget voor onderhoud en ondersteuning van een dergelijke instrumentarium. In 2020 is het gelukt om de ontwikkeling van de eerste versie van het publieke seismische dreiging en risico analyse instrument van TNO af te ronden en over te gaan naar een meer gecontroleerde beheersituatie. De invulling van andere publieke dreiging en risico analyse tools staat nog ter discussie. Heldere visie en kaders daarvoor moeten door overheden nog ontwikkeld worden.

Voor het communiceren en delen van KEM onderzoeksresultaten en -evaluaties is de KEM website sinds oktober 2018 in de lucht en functioneert. Gekozen is de duiding van onderzoeksresultaten voor beleid en toezicht geen onderdeel uit te laten maken van de website. Hiervoor worden links gemaakt met duiding door SodM of verder uitleg naar nlog.nl.
Aandachtspunten zijn:

- De vindbaarheid van de kemprogramma.nl website zou vergroot kunnen worden;
- Er is echter een grotere behoefte naar meer gebruikersvriendelijke technische informatie. Een grondige update is op zijn plaats of een goede link naar andere sites, die dit al doen;
- Het publieksvriendelijk communiceren met belanghebbenden in verschillende mijnbouwregio's en met verschillende belangenplatforms over de resultaten van KEM-onderzoek en het ophalen van eventuele nieuwe onderzoeksvragen is in 2020 onderbelicht gebleven, mede door Covid19. Hier moet nog een betere modus operandi voor gevonden worden.

6.3 KEM wetenschappelijk expert panel en KEM-subpanel modelontwikkeling

Het KEM wetenschappelijke expert panel kwam in 2020 vier maal digitaal bij elkaar; de wetenschappelijke expertrol in de vraagarticulatie (6 onderzoekvragen), projectbegeleiding (acht projecten), projectevaluatie (zeven eindrapportages) en duiding werkte in 2020 efficiënt en goed.
Het KEM expert panel speelt vanaf 2020 met het KEM-subpanel modelontwikkeling een rol in de begeleiding van de ontwikkeling van het publieke SDRA. Het inregelen van het KEM-subpanel modelontwikkeling verdient nog aandacht in 2021.

Het KEM wetenschappelijk expert panel realiseert zich dat het geen expertise m.b.t. faciliteiten/infrastructuur (externe veiligheid) en expertise op het gebied van sociale wetenschappen (risicobeleving) heeft. Het KEM panel heeft overwogen zich met deze expertises uit te breiden, maar vooralsnog gezien het beperkt aantal vragen op deze gebieden en de mogelijkheid om ad hoc experts in te schakelen daar niet voor gekozen.

Bijlage A Kamerbrief KEM-programma

Ministerie van Economische Zaken

> Retouradres Postbus 20401 2500 EK Den Haag

De Voorzitter van de Tweede Kamer
der Staten-Generaal
Binnenhof 4
2513 AA DEN HAAG

Directoraat-generaal Energie, Telecom & Mededinging
Directie Energie en Omgeving

Bezoekadres
Bezuidenhoutseweg 73
2594 AC Den Haag

Postadres
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

Factuuradres
Postbus 16180
2500 BD Den Haag

Overheidsidentificatienr
00000001003214369000

T 070 379 8911 (algemeen)
www.rijksoverheid.nl/ez

Ons kenmerk
DGETM-EO / 16093912

Datum 24 juni 2016
Betreft Kennisprogramma effecten mijnbouw

Geachte Voorzitter,

In het rapport 'Aardbevingsrisico's in Groningen' concludeerde de Onderzoeksraad voor Veiligheid (OVV) dat de kennisontwikkeling omtrent de risico's van gaswinning tekort is geschoten. De OVV stelde dat er meer behoefte is aan inzicht in de risico's en de onzekerheden rond gaswinning. Daarnaast heeft de OVV aanbevolen om het onderzoek onafhankelijk uit te laten voeren en meer aandacht te geven aan multidisciplinaire regie en integratie van kennis. De OVV constateerde dat dit in brede zin geldt en dus ook voor andere vormen van mijnbouw. Het kabinet heeft naar aanleiding hiervan aangegeven een voorstel te ontwikkelen voor de wijze waarop de kennisontwikkeling rond de mogelijke risico's van het gebruik van de ondergrond beter vormgegeven kan worden. Met deze brief informeer ik uw Kamer op welke wijze ik van plan ben hieraan invulling te geven.

Kennisprogramma effecten mijnbouw
Ter uitwerking van bovenstaand punt uit de kabinetsreactie op het OVV-rapport werk ik aan het inrichten van een kennisprogramma dat specifiek gericht is op het vergroten van de kennis over en het begrip van de effecten van mijnbouwactiviteiten. De doelen van dit kennisprogramma effecten mijnbouw zijn:

- Versnelling inhoudelijke voortgang van de kennisontwikkeling met betrekking tot de mogelijke effecten van mijnbouw;
- Intensivering van (multidisciplinaire) samenwerking tussen kennisinstellingen;
- Ontwikkeling van onafhankelijke, toegankelijke en gezaghebbende kennis.

Op basis van deze uitgangspunten is voor het kennisprogramma effecten mijnbouw een aantal samenhangende elementen gedefinieerd:

1. Het feitelijke onderzoeksprogramma effecten mijnbouw;
2. Een platform voor kennisuitwisseling effecten mijnbouw;
3. Een wetenschappelijke adviescommissie kennisontwikkeling effecten mijnbouw.

Directoraat-generaal
Energie, Telecom &
Mededinging
Directie Energie en Omgevin

Ons kenmerk
DGETM-EO / 16093912

Hieronder licht ik deze elementen toe.

1. *Onderzoeksprogramma effecten mijnbouw 2017*

Samen met Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) heb ik een concept onderzoeksprogramma opgezet dat gericht is op de effecten en risico's van mijnbouw in Nederland. Hierbij heb ik zo goed mogelijk de zorgen en vragen meegenomen die naar aanleiding van diverse mijnbouwactiviteiten aan mij zijn voorgelegd. Een belangrijk onderdeel van het kennisprogramma zal zijn het realiseren van de mogelijkheid om de onderzoeken die door NAM worden uitgevoerd in het kader van gaswinning Groningen over de gehele breedte onafhankelijk te kunnen toetsen. Zowel bij het ontwikkelen van het concept onderzoeksprogramma als voor het vaststellen van het definitieve programma vindt afstemming plaats met de Nationaal Coördinator Groningen (NCG) om te bewerkstelligen dat ook vragen over de effecten van mijnbouwactiviteiten van de kant van NCG onderdeel uitmaken van het programma.

2. *Platform voor kennisuitwisseling*

Ik hecht er belang aan dat het onderzoek aansluit bij de vragen die leven in de samenleving. Ik ga dit onder andere faciliteren door een platform voor kennisuitwisseling in te richten. Dit platform zal zorg dragen voor periodieke (wetenschappelijke) bijeenkomsten waarin de resultaten van recent onderzoek met de wetenschap en met regionale stakeholders worden gedeeld. Anderzijds moet dit platform ook ruimte gaan bieden voor het maatschappelijk debat over zowel de vraagstelling als de uitkomsten. Verder zal er een interactief digitaal platform gecreëerd worden waarop vraag en resultaat bij elkaar komen.

3. *Wetenschappelijke adviescommissie kennisontwikkeling effecten mijnbouw*

Ik acht het van belang dat bij de beschreven kennisontwikkeling zowel de wetenschappelijke kwaliteit alsook de onafhankelijkheid van de onderzoeken goed geborgd zijn. Om te bewerkstelligen dat het onderzoeksprogramma daadwerkelijk bijdraagt aan kennisontwikkeling zal ik een wetenschappelijk gezaghebbende en onafhankelijke commissie van deskundigen aanstellen. Naast kwaliteitsbewaking is dit ook nodig om het draagvlak voor het programma en de resultaten van de onderzoeken te vergroten en om te zorgen voor een versnelling van de kennisontwikkeling op het gebied van effecten mijnbouw.

Van de wetenschappelijke adviescommissie verwacht ik dat zij (1) advies uitbrengt over de concept onderzoeksvragen met als doel de wetenschappelijke articulatie van de kennisvragen te verbeteren; (2) aangeeft welke wetenschappelijke disciplines nodig zijn in het onderzoek en daarbij bij voorkeur een voorstel doet over de instituten en/of universiteiten (nationaal en internationaal) die bij het onderzoek betrokken zouden moeten worden; en (3) jaarlijks rapporteert over de voortgang van de kennisontwikkeling, de onafhankelijkheid van het onderzoek en de meerwaarde daarvan voor kennis met betrekking tot mogelijke effecten van mijnbouw. De wetenschappelijke adviescommissie heeft daarmee een cruciale rol in de ontwikkeling van het kennisprogramma effecten mijnbouw.

Directoraat-generaal
Energie, Telecom &
Mededinging
Directie Energie en Omgeving

Ons kenmerk
DGETM-EO / 16093912

Op het ogenblik ben ik zowel nationaal en internationaal aan het inventariseren welke onafhankelijke wetenschappers beschikbaar zijn voor deelname aan de wetenschappelijke adviescommissie. Omdat het van groot belang is ook aansluiting te houden bij andere nationale onderzoeksprogrammering, hecht ik eraan dat de verbinding met NWO ook verankerd wordt in de commissie.
De criteria waaraan de leden moeten voldoen zijn:

- Gezaghebbend in de (internationale) wetenschappelijke wereld;
- Internationaal netwerk;
- Onafhankelijke positie ten opzichte van de industrie;
- Goed ingevoerd in de effecten van de mijnbouw;
- Actueel beeld van de kennisbehoefte van de overheid;
- Bereid en in staat de overheid op maat te adviseren.

De wetenschappelijke commissie zal ondersteund worden door een wetenschappelijk secretaris. De organisatie en logistiek rondom de feitelijke uitvoering van de projecten binnen de randvoorwaarden als gesteld door de wetenschappelijke commissie zal belegd worden bij TNO-AGE.

Naast de wetenschappelijke adviescommissie zal ik en ook SodM, waar nodig en indien gewenst, binnen de eigen verantwoordelijkheid gebruik blijven maken van nationale en internationale deskundigen.

Planning
Ik streef ernaar om de adviescommissie in het vierde kwartaal van 2016 te installeren. Daarmee zal ook het onderzoeksprogramma effecten mijnbouw in het vierde kwartaal van 2016 formeel kunnen starten.

(w.g.) H.G.J. Kamp
Minister van Economische Zaken

Bijlage B Terms of Reference KEM scientific expert panel and KEM-subpanel modelontwikkeling

Terms of Reference

International Expert Panel on Mining Effects

MEA, October 2020

Objective and scope
The International Expert Panel on Mining Effects advises the Directorate Energy and Environment of the Dutch Ministry of Economic Zaken en Klimaat (MEZK), the Regulator for natural resources extraction Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) and the Groningen crisis organisation Nationaal Coördinator Groningen (NCG) on the development and implementation of research projects related to the use and associated risks of Natural Resources extraction.

The role of the panel is to ensure that specifications of research requests coming from MEZK, SodM, NCG and other public bodies meet criteria of relevance and completeness in the context of issues they are supposed to address and to advise on which parties are best qualified to carry out the proposed research.

Specific tasks include:

- Assess and advice on the scientific description of the proposed research questions
- Indicate which scientific disciplines should be involved in the individual research projects
- Give advice on which national and international institutes and/or universities could best be involved in the research projects
- Assess progress and impartialness of knowledge development and its fitness to address questions concerning mining effects and associated risks.
- Identify and report knowledge gaps, e.g. important research request not raised by MEA, SodM or NCG
- Report any suggestions how KEM can help in improving management of Mining Risks
- Scientific sounding board on Mining risk assessment protocols (for SodM) and publicly available Mining risk quantification instruments (for TNO c.s.)

The Expert Panel was installed by the Minister of Economic Affairs in Q2 2017.

Context and mission
In their report on induced seismicity risks in Groningen (2015) the Netherlands Safety Investigation Council (OVV) ascertained shortcomings in the knowledge development concerning the risks of natural gas production. Specific recommendations were:

- Improve the insights in the risks and associated uncertainties
- Conduct the research independent from the mining industry
- Stimulate multidisciplinary research projects and put more effort in integrating research results of the various scientific disciplines.

The OVV stated that these recommendations should also apply to mining activities other than natural gas production.

Knowledge program on the effects of Mining

To meet these recommendations the Dutch Government decided to initiate a knowledge development program specifically aimed at mining activities and associated risks. The goals of this program (Kennisprogramma Effecten Mijnbouw, KEM) are to:

- Accelerate and intensify research concerning mining effects and associated risks
- Enhance the multidisciplinary collaboration between research centres and universities

- Develop independently authoritative knowledge which can be verified

Elements of KEM are:

- The actual research framework and program (the research projects)
- A knowledge exchange platform to both initiate and stimulate scientific debate within the scientific community and to consolidate and exchange scientific results with society
- A scientific panel on mining effects, as described in this document, that ensures quality, relevance, completeness, fitness and independence of the conducted research.

Composition
The panel consists of a chairperson and 4-6 members, appointed for periods of three years. The panel and its members will have an outstanding scientific reputation, function independently and will also be perceived as such; they will have no relationship with the mining industry in general and are not involved in research commissioned by the Dutch oil and gas industry in particular. The individual members act without a mandate or instruction from their organisations. They are selected on the basis of their expertise and scientific reputation.

The main areas of expertise to be covered by the panel are:

- Induced seismicity
- Subsidence and uplift
- Containment and confinement
- Long term effects of mining activities
- Technical aspects (pipelines, construction aspects)

The panel may be assisted by sub-panels or guest experts in case additional expertise is required.

Reporting line
The panel reports to the Directorate Energy and Environment of the Ministry of Economic Affairs; the Dutch Regulator for Natural Resources Staatstoezicht op de Mijnen (SodM); and the Nationaal Coördinator Groningen (NCG).
At least once a year, the panel chair will inform the Minister of Economic Affairs about the State of The Programme.

Working method
The panel will have four formal meeting moments in any given year. The panel is expected to meet physically twice a year in The Netherlands. Due to the current situation (Covid-19) this requirement cannot be met. Instead of the in-person meetings, online meetings (spread over two days) are arranged. The two other meetings and any ad hoc meetings are expected to be conducted by video / teleconferencing apart from usual email correspondence. The panel is supported by a secretariat. The members receive a remuneration and compensation for travel time and expenses.

Confidentiality and communication
The members of the panel can communicate about the jointly approved status of the KEM research framework and program. The KEM panel will not disclose any information on ongoing research requests and projects. The outcome of the research projects will only be communicated by panel members after informing the Ministry of Economic Affairs. The outcome of all projects will become publicly available through the KEM website.

KEM-subpanel on model development

From 2021 onwards the yearly probabilistic seismic hazard and risk analysis for gas production of the Groningen gas field, previously performed by the operator of the Groningen gas field (NAM), will be performed by TNO using the model chain which TNO has developed under the umbrella of the KEM program.

Additionally, the Study and Data acquisition plan of NAM finishes in 2021, meaning that NAM will cease to develop new model versions to be used in the yearly probabilistic seismic hazard and risk analysis from 2021.

Recognizing that:

1. seismicity in Groningen is decreasing but still occurring,
2. gas production will only cease from 2022, barring limited gas production for security of supply,
3. the strengthening program will continue,
4. Damages may still occur due to ongoing earthquakes,

EZK recognised a need to further develop the models for the yearly analysis as well as a need for a decision on model versions to be used in the yearly risk analysis. For this reason a KEM-subpanel is formed to:

1. advise on model development for the models included in the model chain developed by TNO (called public SDRA Groningen).
2. give input to the advise of SodM on the versions of the models to be used in the yearly public seismic hazard and risk analysis.

Reporting line

The KEM-subpanel gives advice on the further SDRA model development, yearly in November. The advice is presented to the KEM panel who will send the advice, with an accompanying letter to the Directorate Energy and Environment of the Ministry of Economic Affairs.

Additionally the KEM-subpanel gives input to the Dutch Regulator for Natural Resources, Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) for their yearly advice on the model versions to be used in the yearly public seismic hazard and risk analysis.

Working method

The KEM-subpanel will have two formal meeting moments in any given year on the SDRA model development. Additionally, online meetings will be arranged as needed to advice on model development. The subpanel reports once a year to the full KEM panel in the meeting in November. The subpanel is supported by a secretariat (the same as the KEM panel). The members receive a remuneration and compensation for travel time and expenses.

Specific tasks

Specific tasks of the KEM sub-panel include:

- Review of studies with a view on further model development:
    - KEM studies (ongoing)
    - DEEP-NL studies (first results expected in 2021)
    - SDAP studies (NAM research program, ends in 2020, perhaps some limited activity in 2021)
    - Scientific publications in peer reviewed journals
- Advice on proposed SDRA model train development in November of each year. In the advice, the KEM-subpanel:
    - will review the annual public SHRA model train roadmap development reports of TNO, specifically focusing on their scientific quality
    - can propose new research questions and activities on SDRA model train development within the KEM program;
    - can propose new implementations of SDRA model train components into the SDRA model train framework, typically carried out by TNO.
- Every six months a meeting on SDRA model train development, to inform the KEM-subpanel on model development. Participant will be the KEM-subpanel, TNO, SodM and EZK as well as other parties which have recently finished research on parts of the models included in the SDRA model train.
    - Beginning of October
        - Start of advice on the further SDRA model train development,
        - TNO will present their public SHRA model train development and implementation plan,
        - other presentations on model development (if applicable)
    - April
        - TNO will present work program current calendar year
        - discussion on model development and planning
        - other presentations on model development (if applicable)
- Two extra online meetings for the advice on model roadmap development in autumn of each year.
- input to SodM for the model versions to be implemented for the public SHRA for the next calendar year;

- Submit request for review of (parts of) new models to other experts with complementary expertise

Composition
The KEM-subpanel on public SDRA Groningen model development consists of 4-6 members, appointed for a period of three years. The members will have an outstanding scientific reputation, function independently and will also be perceived as such. The individual members act without a mandate or instruction from their organisations. They are selected based on their expertise and scientific reputation. Two KEM expert panel members will also be member of the KEM SDRA subpanel.

The main areas of expertise to be jointly covered by the KEM-subpanel are:

- Geological/reservoir model
- Seismological model
- Ground motion model
- Fragility and consequence model
- Probabilistic hazard and risk methodology

The subpanel may be assisted by guest experts in case additional expertise is required. The necessary funds will be arranged by MEZK.

Confidentiality and communication
The members of the subpanel can communicate with the KEM panel, the Directorate Energy and Environment of the Ministry of Economic Affairs and to the Dutch Regulator for Natural Resources, Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) about the SDHR model development.
The KEM-subpanel and its members will not disclose any information from ongoing research and projects and or their concept advice to other parties than mentioned above. The advice will only be communicated by the KEM panel to other parties after the decision of the Ministry of Economic Affairs on SDRA model development. The advice will become publicly available on the KEM website.

Bijlage C Status van KEM onderzoeksvragen

In de onderstaande tabel is de status van alle onderzoekvragen en projecten eind 2020 weergegeven. De in vetgedrukte KEM projecten waren in 2020 actief.

In 2020 zijn 8 projecten gestart (KEM-05a, KEM-14, KEM-15, KEM-16, KEM-18, KEM-19, KEM-24, KEM-35), 1 in 2019 gestart project loopt door (KEM-34), 8 projecten zijn afgerond (KEM-02, KEM-04, KEM-06, KEM-08, KEM-10, KEM-11b, KEM-31, KEM-35).

Hiermee zijn bijna alle onderzoeksvragen uit de oorspronkelijke onderzoek agenda van 2017 opgepakt.

T	KEM nr	Bron	Short beschrijving	Periode	Status
1	KEM-01	SodM	Veilige injectiedruk en -snelheid gasopslagen	**2017-18**	**Klaar**
	KEM-02	**NCG/EZK**	**Invloed inhomogene ondiepe ondergrond 'site response'**	**2018-20**	**Klaar**
	KEM-03a	KEM/SodM	Inventarisatie publieke HRA-Toolbox en onderzoekvragen	**2018-19**	**Klaar**
	KEM-03b	EZK/KEM	Nabouw NAM vs2 in publieke Groningen modeltrein	**2018-19**	**Klaar**
	KEM-03c	EZK/SodM	NJG publicatie onderzoek seismiciteit Groningen	**2018**	**klaar**
	KEM-04	**NCG/EZK**	**3D golfvoortplantingseffecten op seismische signatuur**	**2018-20**	**klaar**
	KEM-05a	**NCG/EZK**	**Effect herhaalde aardbevingen op bodemzettingen**	**2020-21**	**90% gereed**
	KEM-05b	NCG/EZK	Effect herhaalde aardbevingen op gebouwen	2021	in aanbesteding
	KEM-06	**SodM**	**Risicoanalyse UDG/EGS (geothermie)**	**2018-20**	**klaar**
	KEM-07	SodM	Geïnduceerde seismiciteit kleine gasvelden	**2018-19**	**klaar**
2	**KEM-08**	**SodM/KEM**	**Volgende generatie aardbeving modellen**	**2019-20**	**klaar**
	KEM-09	NCG/EZK	Review voortplanting onzekerheden in risico modeltrein	2021	in aanbesteding
	KEM-10	**EZK/KEM**	**Ontwikkeling publieke seismische HRA-modeltrein, vs5**	**2019-20**	**klaar**
	KEM-11a	SodM	Review catalogus aardbevingen Nederland	**2018-19**	**klaar**
	KEM-11b	**SodM**	**Seismologische data kwaliteit**	**2019-20**	**klaar**
	KEM-11c	SodM/KEM	Upgrade seismische catalogus aardbevingen Nederland	2021	in aanbesteding
	KEM-12	SodM	Advies uitbesteding review Warmtestad QRA	**2018**	**No go (extra risico's)**
3	KEM-13	SodM	Risico doorboren van Carbonaat stringers in zout	**2018-19**	**klaar**
	KEM-14	**NCG/EZK**	**Risico verweking door geïnduceerde bevingen**	**2020-21**	**90% gereed**
	KEM-15	**SodM/EXT**	**Seismische risico waterinjectie geothermie**	**2020-21**	**20% gereed**
	KEM-16	**EZK/KEM**	**HRA-Modeltrein bodemdaling**	**2020-21**	**kaar**
	KEM-17	SodM/NCG	Stabiliteit zoutcavernes	**2018-19**	**klaar**
	KEM-18	**SodM/EXT**	**Risico's geothermische boringen, well integriteit**	**2020-21**	**20% gereed**
	KEM-19	**NCG/EZK**	**Risico's lekkages en bodembewegingen na gaswinning**	**2020-21**	**20% gereed**
	KEM-20	NCG/SodM	Afstemming impact modellen in risicobeoordelingen	**2019**	**Nogo (geen onderz.)**
4	KEM-21	KEM/SodM	Seismiciteit & schade waarschuwing systemen	2021	in planning
	KEM-22	EXT/SodM	Data gedreven modellen voor seismiciteit in ruimte, tijd	2021	in planning
	KEM-23	EXT/SodM	Risicoreductie seismiciteit d.m.v. opwekken van breuken	**2019**	**nogo (extra risico's)**
	KEM-24	EXT/EZK	Risicoreductie seismiciteit d.m.v. 'fluid' injectie	**2020-21**	**20% gereed**
5	KEM-25	EXT/SodM	Bepaling bodemdaling cumulatieve mijnbouwactiviteiten	**2019**	**Nogo (geen onderz.)**
	KEM-26	EXT/SodM	Zinkgatontwikkeling, kwantificering dreiging en risico's	2021	in planning
	KEM-27	EZK	Kwantificering korte en lange termijn risico's CO2 opslag	2021	in planning
	KEM-28	EZK	Kwantificering korte en lange termijn risico's H2 buffers	2021	in planning
	KEM-29	SodM	Evaluatie extra risico's bij transport H2 of CO2 in bestaande gastransportnetwerken	2021	in planning
	KEM-30	SodM	Classificatie veiligheidscultuur,effect op mijnbouwrisico's	**2019**	**Nogo (geen expertise)**
	KEM-31	**SodM**	**Infrageluid opwekking, dreiging en (gezondheid)risico's**	**2020-21**	**20% gereed**
	KEM-32	NCG/EZK	Optimalisatie strategie monitoren grondtrillingen	2021	in planning
	KEM-33	SodM	Review Brent ontmantelingsplan en 'second opinions'	**2019**	**klaar**
	KEM-34	**EXT/EZK**	**Informatievoorziening infrastructuur bij aardbevingen**	**2020-22**	**30% gereed**
6	**KEM-35**	**EZK/KEM**	**Ontwikkeling seismische DRA-tool Groningen TNO, vs6**	**2020**	**klaar**
	KEM-36	NCG/EZK	KEM-04 update voor versie 6 DRA tool Groningen	2021	in aanbesteding
7	KEM-37	EXT/EZK	Bodemdaling impact modellen in DRA-tool en data	2021	in planning
	KEM-38	EXT/SodM	Optimalisatie strategie monitoren bodemdaling/stijging	2021	in planning
	KEM-39	EXT/SodM	Veilige drukken voor CO2, H2, N2 storage (zie KEM-01)	2021	in planning
	KEM-40	EXT/SodM	Mechanische verweking tgv cyclische belasting opslag	2021	in planning
	KEM-41	EXT/EZK	Model/data afstemming DRA tool en NPR (cf. KEM-20)	2021	in planning
8	KEM-42	EZK/TCbb	Bodemdaling risico's voormalige kolenwinning Limburg	2021	in planning
	KEM-43	EZK	Ontwikkeling PSHRA vs7	2021	in aanbesteding

Bijlage D Lijst van rapporten en publicaties

Hieronder volgt de lijst van tot en met 2020 verschenen KEM rapporten en publicaties. De KEM projecten in rood hebben nog geen definitieve rapportages in 2020.

Webpage	Risk	Mining	Year	Authors	Title	Report	Consortium
KEM-01	Seismic (SSM)	Gas storage	2018	Ferronato, M., Franceschini, A., Isotton, G., Janna, C., Teatini , P., Tosatto, O., Zoccarato, C.	Safe operational reservoir pressure bandwidth for underground gas storage (3 reports)	Link to final report	Univeristy of Padua
KEM-02	Seismic GMM)	Gas production	2020	Besseling, F, Bougioukos, A., Greef de J., Pruiksma, J., Tsouvalas, A.	Evaluation, validation and improvement of the site amplification component of the Groningen HRA model	Link to summary report	Witteveen & Bos, TNO, TUDelft
KEM-03a	All	All	2019	Dost, B., Gessel, van, S., Hoogendoorn, B., Huijgen, M., Marsman, M,. Pluymaeker, M., Thienen-Visser, K.,	Towards a national research and HRA toolbox for mining effects in The Netherlands: a techinical reconnaisance	Link to final report	TNO. Deltares, KNMI
KEM-04	Seismic GMM)	Gas production	2020	Ameri, G., Dijkstra, O., Mazzieri, I., Ozcebe, A.G., Paolucci, P., Piunno, G. , Smerzini, C, Vanini, M.	Data driven study on seismic 3D structural features of Groningen ground motions	Link to final report	Fugro, Politecnica Milano, Seister, Hanzehogeschool, GR8-Geo, CM-consult
KEM-05a	Seismic GMM)	Gas production	2021	Korff, M. et al	Cumalitive effect of repetitive earthquakes on soil settlement		Deltares
KEM-06	All	Geothermal	2020	A'Campo, Y.W.L., Baisch, S., Besselink, F., Boter, E.L., Laenen, B. Slob, S.	Risk assessment for UDG and EGS and an inventory of preventive and mitigation measures	Link to main report	Witteveen & Bos, Q-Con, VITO
KEM-07	Seismic GMM)	Gas production	2018	Baisch, S., Voros, R.	Geomechanical study - Small gas fields in The Netherlands	Link to final report	Q-Con
KEM-08	Seismic GMM)	Gas production	2020	Dahm, T., Hainzl, Kühn, S., D., Oye, V., Richter, G., Vera Rodriguez, I.	Review, alternatives and future seismogenic source models for HRA model Groningen (3 reports)	Link to last report	GfZ Potsdam, Norsar
KEM-09	Seismic (All)	Gas production	2021	Pluymaekers et al.	Sensitivity analysis public seismic hazarda and risk model train Groningen		TNO
KEM-10	Seismic (All)	Gas production	2018	Breunese, J., Kraaijpoel, D., Osinga, S.et al	Public Seismic Hazard and Risk Assessment model train Groningen, vs5 (3 reports)	Link to final report	TNO
KEM-11	Seismic (GMM)	Gas production	2019	Goertz-Allmann,B., Kühn,D., Langet,N., Lindholm, C., Meslem, A., Oye, V.	Review of theKNMI induced earthquake catalogue from the Groningen gas field (2 reports)	Link to final report	Norsar
KEM-11b	Seismic (GMM)	Gas production	2020	Christensen, J.M., Dando, B.D.E. , Dichiarante, A.M., Ghione, F., Kühn, D., Langet, N., Oye, V.	Review of theKNMI induced earthquake catalogue from the Groningen gas field, continued phase 2A	Link to final report	Norsar (KNMI)
KEM-11c	Seismic (GMM)	Gas production	2021	Kühn,D., Oye, V. et al.	Review of theKNMI induced earthquake catalogue from the Groningen gas field, continued phase 2B		Norsar (KNMI)
KEM-13	Leakage (LSM)	Facility	2017	Heege ter, J., Zijp, M., Huijgen, M., Bouroullec, R., Wilpshaar, M.	Drilling in carbonate stringers occurring in salt formations	Link to final presentation	TNO
KEM-14	Seismic (GMM)	Gas production	2021	Korff, M. et al	Liquefaction (settlement, damage) risk quantification risk module		Deltares
KEM-15	Seismic (SSM)	Geothermal	2021	???	Optimal thermal production regime for prevention of the generation of seismicity during water injection given faults and production		Fugro/GfZ
KEM-16	Subsidence (All)	Gas production	2021	???	Subsidence risks due to gas/oil production (newsubsidence model train		TNO
KEM-17	Leakage (LSM)	Salt mining	2019	Baumann, T., Brouard, J., Kaus, B., Schmatz,	Over-pressured salt solution mining caverns ansd possible leakage mechanisms:	Link to final report	Microstructures and Pores GmbH, Brouard

				J.J., Klaver, Popov, A., Urai, J.L.	review and modelling on pore, cavern and salt dome scales (5 reports)		Consulting, Smart tectonics
KEM-18	Leakage (LSM)	Gas production	2021	???	What are the long term sealing risks associated with (geothermal) wells and what are the typical loss of containment risks	-	EVO
KEM-19	Leakage (LSM)	Gas production	2021	???	Post reservoir abandonment long term fluid migration hydromechanical risks and monitoring strategy		TNO. Deltares
KEM-20	Seismic (FCL)	Gas production	2018	???	Why and how are risk assessment Groningen model for buildings different from assessment using building norms (NPR)	Link to **KEM comments**	None
KEM-24	Seismic (SSM)	Gas storage	2021	Dijkstra, O. et al.	Seismic risk reduction by fluid injection and pressure maintenance	-	Fugro et al.
KEM-31	Sound	Gas	2021	Evers, L. et al	Infrasound generation and observation		KNMI, RIVM
KEM-33	Leakage (LSM)	Facility	2019	As van, D., Eftekari, A.A., Feilberg, K., Nick, H,M.	Review, evaluation of Brent spar decommissioning plan and second opinions	Link to **final report**	DTU et al
KEM-34	Seismic (FCL)	Gas production	2021	Martinelli, M. et al	Enhancing information flow on impacted infrastructure after seismic events	-	Deltares et al
KEM-35	Seismic (All)	Gas production	2020	Breunese, J., Kraaijpoel, D., Osinga, S.et al	Public Seismic Hazard and Risk Assessment model train Groningen, vs6	Link to **final report**	TNO

KEM gepubliceerde wetenschappelijke artikelen

Netherlands Journal of Geosciences, Special issue on Groningen seismicity (Sponsored by KEM)

Paolucci, R, Mazzieri, I, Piunno, G, Smerzini, C, Vanini, M, Özcebe, A. Earthquake ground motion modeling of induced seismicity in the Groningen gas field. *Earthquake Engineering Structural Dynamics.* 2021; 50: 135– 154. https://doi.org/10.1002/eqe.3367

Ameri, G., Martin, C, Oth, A. Ground-Motion Attenuation, Stress Drop, and Directivity of Induced Events in the Groningen Gas Field by Spectral Inversion of Borehole Records, July 2020, *Bulletin of Seismological Society of America 110(5)*, DOI: 10.1785/0120200149

Bijlage E Huidige samenstelling KEM Expert panel

KEM expertpanel

Voorzitter

Prof. Frank Baaijens https://www.tue.nl/en/research/researchers/frank-baaijens/ Voorzitter KEM. Rector Magnificus Eindhoven.

Leden

Prof. Iunio Iervolino http://wpage.unina.it/iuniervo/ Hoogleraar Napels, Stanford en Colombia. Expert op het gebied van schade en risico's door aardbevingen

Prof. Stefan Wiemer http://www.seismo.ethz.ch/en/about-us/all-employees/stefan-wiemer/ Hoofd Zwitserse Seismologische Dienst, hoogleraar ETH. Expert geïnduceerde seismiciteit

Prof. Robert Zimmerman https://www.imperial.ac.uk/people/r.w.zimmerman Hoogleraar gesteentemechanica Imperial College London. Editor in Chief International Journal of Rock Mechanics en auteur handboek Fundamentals of Rock Mechanics.

Prof. Majid Hassanizadeh http://www.geo.uu.nl/hydrogeology/majid/cvmajid.html / Hoogleraar Universiteit Utrecht. Expert in vloeistofstroming in poreuze media.

Prof. Margot Gerritsen https://icme.stanford.edu/people/margot-gerritsen / Hoogleraar Stanford University. Expert in computer and data sciences in earth sciences

Secretaris

Ipo Ritsema https://www.linkedin.com/in/ipo-ritsema-4502481a/

KEM coördinatoren SodM

Hans de Waal (2020) https://www.linkedin.com/in/dr-hans-de-waal-4905b713/

Barend van Engelenburg (vanaf 2021)

KEM coördinator EZK

Karin van Thienen-Visser https://www.linkedin.com/in/karin-van-thienen-visser-52624b17/

Contact NCG

Herman van Os https://www.linkedin.com/in/vanosherman/?originalSubdomain=nl

KEM-subpanel

Prof. Stefan Wiemer (see above)

Prof. Iunio Iervolino (see above)

Prof. Fabrice Cotton https://www.gfz-potsdam.de/staff/fabrice-cotton/ Hoogleraar in Seismologie< Geoscience group at Potsdam University, Topic Director Geo-Hazards at GfZ

Prof. Femke Vossepoel https://www.tudelft.nl/citg/over-faculteit/afdelingen/geoscience-engineering/sections/reservoir-engineering/staff/academic-staff/dr-ir-fc-femke-vossepoel/ Associate Professor in Geophysical data assimilation at Delft University

Prof. Pierre-Yves Bard https://www.linkedin.com/in/pierre-yves-bard-b8847717/?originalSubdomain=fr Professor Seismic risks at Grenoble University, Researcher at ISTere/IFFSTAR, Grenoble

Secretaris

Ipo Ritsema https://www.linkedin.com/in/ipo-ritsema-4502481a/

Bijlage F Termen, afkortingen en definities

Bodembewegingen	Hieronder vallen seismische grondbewegingen of trillingen en langzame bodemdaling of -stijging onder.
Bodemdaling	Bodemdaling is de zakking van het aardoppervlak. Hiervoor kunnen diverse oorzaken zijn.Het proces verloopt langzaam en onderscheid zich daardoor bodemtrillingen.
Dashboard	Eenvoudige presentatie van strategische doelstellingen. In dit kader het kennis niveau en beschikbaarheid van publieke tools voor dreiging en risico analyse van mijn effecten
DeepNL	NWO wetenschappelijk onderzoeksprogramma naar aardbevingen in Groningen
EZK	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Geïnduceerde aardbeving	Een aardbeving veroorzaakt door menselijke activiteit zoals het produceren van gas uit de diepere ondergrond
FCM	Fragility and Consequence Model, waarmee - gegeven berekende grondbewegingen (PGA, PGV) - de veiligheidsrisico's worden berekend op basis van de kwetsbaarheid van gebouwen. Op dit moment is versie 7 in gebruik.
GMM	Ground Motion Model, model waarmee de (kansen op) grondbewegingen worden berekend die kunnen optreden tijdens 48 een aardbeving van een gegeven magnitude die op een gegeven locatie optreedt. Het Groningen GMM is in verschillende stappen ontwikkeld. Het eerste eenvoudige model GMM-versie 0 (V0) werd begin 2013 gemaakt voor het 2013 Winningsplan. In de jaren daarna is het model stapsgewijs steeds geavanceerder geworden. Het huidige model heeft versienummer 6. NAM werkt momenteel aan de ontwikkeling van versie 7
HRA model	Computermodel waarmee de seismische dreiging en het seismisch risico in Groningen worden berekend
IMG	Instituut Mijnbouwschade Groningen
KEM	Kennisprogramma Effecten Mijnbouw, onderzoekprogramma voor ontwikkeling van een onafhankelijke kennispositie dat op advies van de Onderzoeksraad voor Veiligheid (OVV) in opdracht van de Minister van EZK wordt uitgevoerd. Doel is het inzicht in mogelijke dreigingen en risico's van mijnbouwactiviteiten in Nederland te vergroten
KEM Expert panel	Panel van onafhankelijke wetenschappelijke deskundigen dat toeziet op de kwaliteit, relevantie, volledigheid, geschiktheid en onafhankelijkheid van het KEM-programma
KEM-programma	Het programma van KEM onderzoeken, begeleid dootr het KEM expert panel
KEM-subpanel	KEM-subpanel modelontwikkeling, gericht op de (via het KEM expert panel) advisering over ontwikkeling van het publieke SDRA
KNGMG	Koninklijk Nederlandse Geologisch en Mijnbouwkundig Genootschap
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
NAC	Nederlands Aardwetenschappelijk Congres
NAM	Nederlandse Aardolie Maatschappij
NCR	Nationaal coördinator Groningen
NiB	Nationale informatievoorziening Bodemdaling
NPR	Nationale Praktijk Richtlijn. Een rekenkundige beoordeling volgens

	de NPR geeft aan of een gebouw sterk genoeg is om de belasting van een aardbeving te kunnen weerstaan. De NPR biedt opdrachtgevers, constructeurs en aannemers een (technisch) houvast bij nieuwbouw en bij het preventief versterken van bestaande gebouwen
PGA	Peak Ground Acceleration: de hoogste grondversnelling die optreedt op een bepaalde locatie tijdens een aardbeving
PGV	Peak Ground Velocity: de hoogste snelheid waarmee de grond beweegt op een bepaalde locatie
Seismische grondbewegingen	De trilling van de grond ten gevolge van een aardbeving
Seismische grondsnelheid	De snelheid waarmee de grond trilt ten gevolge van een aardbeving
Seismische grondversnelling	De verandering van de snelheid waarmee de grond trilt ten gevolge van een aardbeving
Shake maps	Kaarten met de contouren van de opgetreden maximale grondversnelling (de PGA), maximale grondsnelheid of maximale pseudo spectrale versnelling (PSA) voor een gegeven aardbeving
SodM	Staatstoezicht op de Mijnen (toezichthouder op o.a. de olie en gaswinning in Nederland)
SDRA	Seismische dreiging en risicoanalyse
SHRA	Seismic Hazard and Risk Analysis
State-of-the-art	Hoogste niveau van ontwikkeling naar de huidige stand van zaken
Tcbb	Technische commissie bodembewegingen
TCMG	Tijdelijke Commissie Mijnbouwschade (per 1 juli 2020 opgegaan in het Instituut Mijnbouwschade Groningen)
TNO	Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek
Validatieonderzoek	Het controleren van een waarde of een methode om aan te tonen dat een apparaat, systeem of instrument met een grote mate van zekerheid in staat is bedoelde resultaten op te leveren