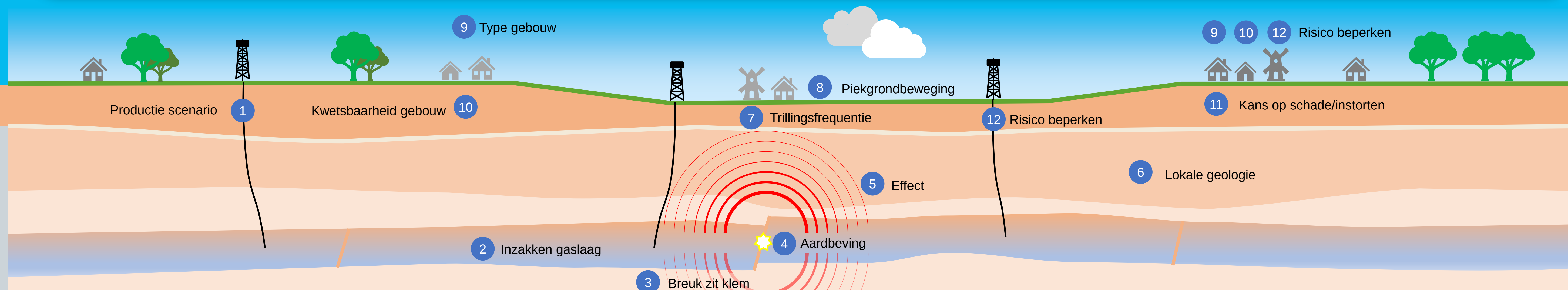


Van gaswinning naar veiligheidsrisico

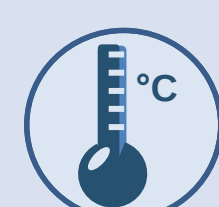
Het aantal aardbevingen in Groningen neemt af. Dit betekent dat de vermindering van de gasproductie effect heeft. TNO gebruikt een keten van modellen om het veiligheidsrisico voor de bewoners in kaart te brengen. Zo kunnen de bouwnormen worden ingericht op de verwachte grondbeweging. Hier leggen we uit hoe de TNO Modelketen Groningen werkt.



Welke gegevens gaan in de TNO Modelketen?



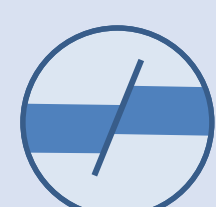
Aantal gemeten aardbevingen (KNMI)



Gasvolume volgens verwachte jaartemperatuur (GTS)



De huidige gasdruk in het reservoir (NAM)



Locatie van miljoenen jaren oude breuken (NAM)



Verwachte gaswinning per productielocatie (NAM)



Gebouwkenmerken (EZK)

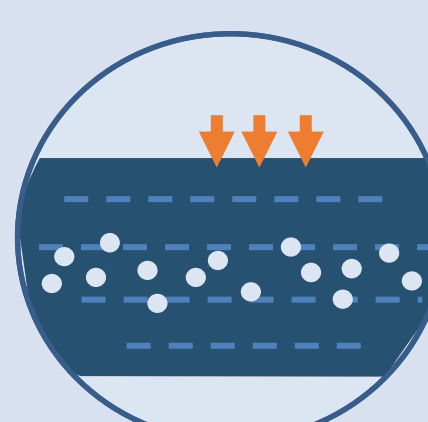
Gaswinning

Productie scenario ¹



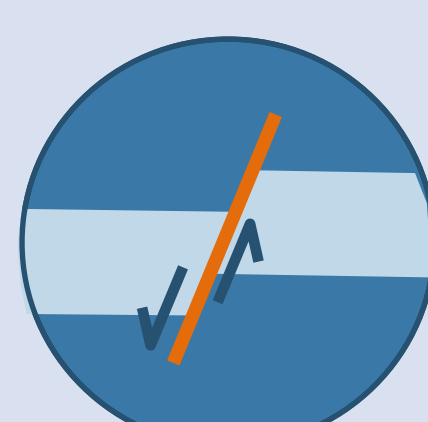
Verwachting van de verdeling van de gasdruk in het Groningenveld

Inzakken gaslaag ²



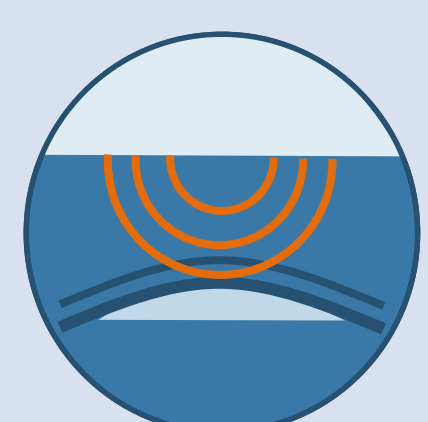
Drukverlaging door gaswinning zorgt voor inzakken van het reservoir (gaslaag)

Breuk zit 'klem' ³



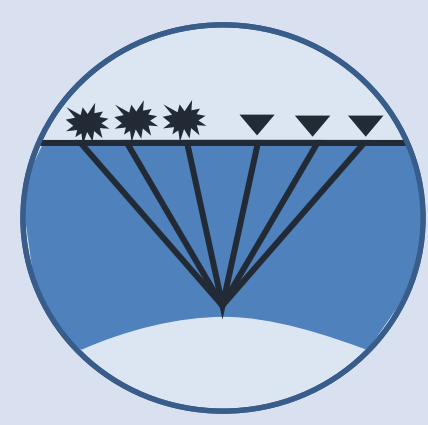
Ongelijkmatige inzakking op de breuken. Breuk komt dan 'klem' te zitten en schiet af en toe los (aardbeving)

Verwachting bevingen ⁴



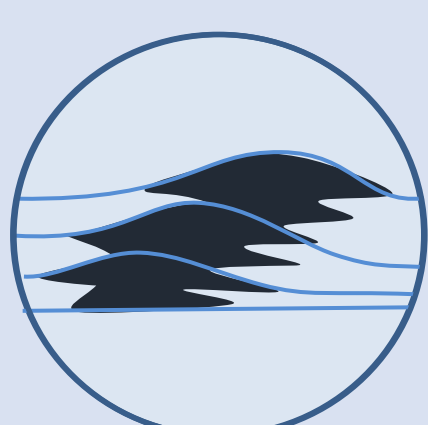
Bij een goede overeenkomst tussen de gerealiseerde gasdrukverandering en gemeten bevingen voorspelt het model de toekomstige bevingen op basis van de verwachte gasdruk

Effect van aardbevingen ⁵



Vertaling van de beweging bij de aardbevingsbron naar de beweging aan het aardoppervlak

Lokale geologie ⁶



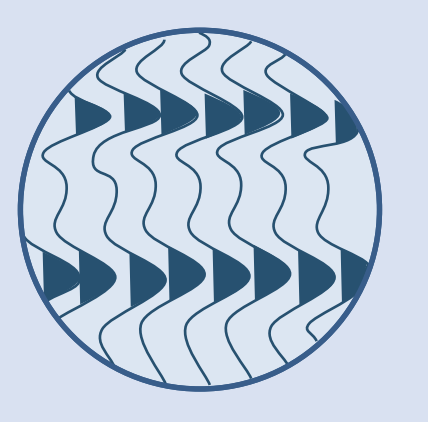
Voor de berekening van de horizontale grondbeweging aan het aardoppervlak gebruiken we de lokale geologie (klei, veen, zand)

Bodemtrilling ⁷



Elk gebouw is gevoelig voor eigen mate van trillen (trillingsfrequentie)

Maximale grondbeweging ⁸



Voor iedere trillingsfrequentie krijgen we een kans op de verwachte piekgrondbeweging over het aardbevingsgebied

Type gebouw ⁹



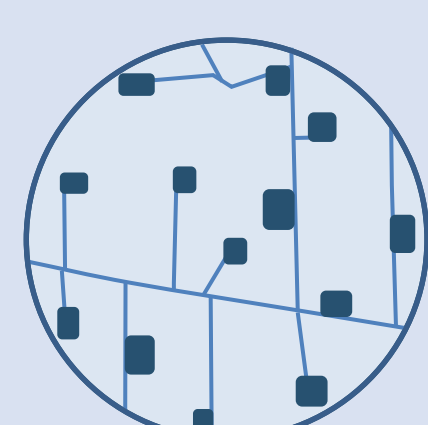
Er zijn ruim 50 typen gebouwen gedefinieerd in het gebied (bakstenen rijtjeshuis met grote ramen, vrijstaande boerderij, etc.)

Kwetsbaarheid gebouwen ¹⁰



Voor elk type is vastgesteld hoe ze reageren op een verschillende grondbewegingen (met een onzekerheid)

Kans op schade/instorten ¹¹



Met een database van de locaties van 150 duizend gebouwen berekenen we de kans op schade en de kans op instorten per type

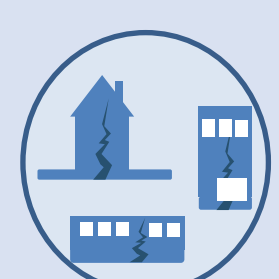
Risico beperken ¹²



Het risico kan worden beïnvloed door de gasproductie aan te passen (ga terug naar **Gaswinning**) en kwetsbare gebouwen te versterken (naar **Versterking**)



Welke gegevens komen uit de TNO Modelketen?



Aantal gebouwen dat niet aan de landelijke veiligheidsnorm voldoet. Dit wordt gebruikt voor de prioritering van de versterking van de meest kwetsbare gebouwen.

Versterking