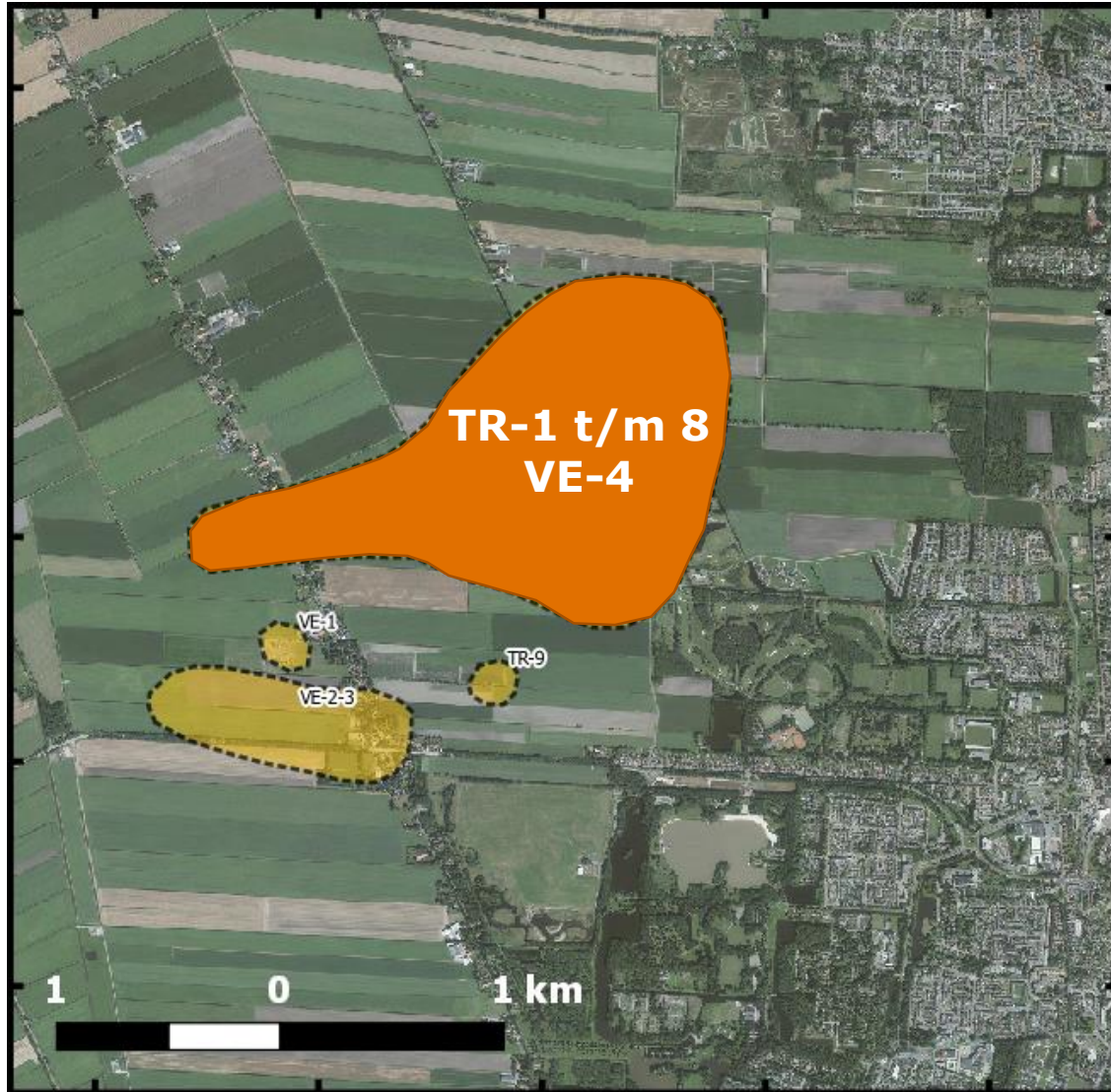




Onverwachts snel drukverlies op
caverne TR1-8, VE-4.



Tijdslijn

> Event 20 april 2018

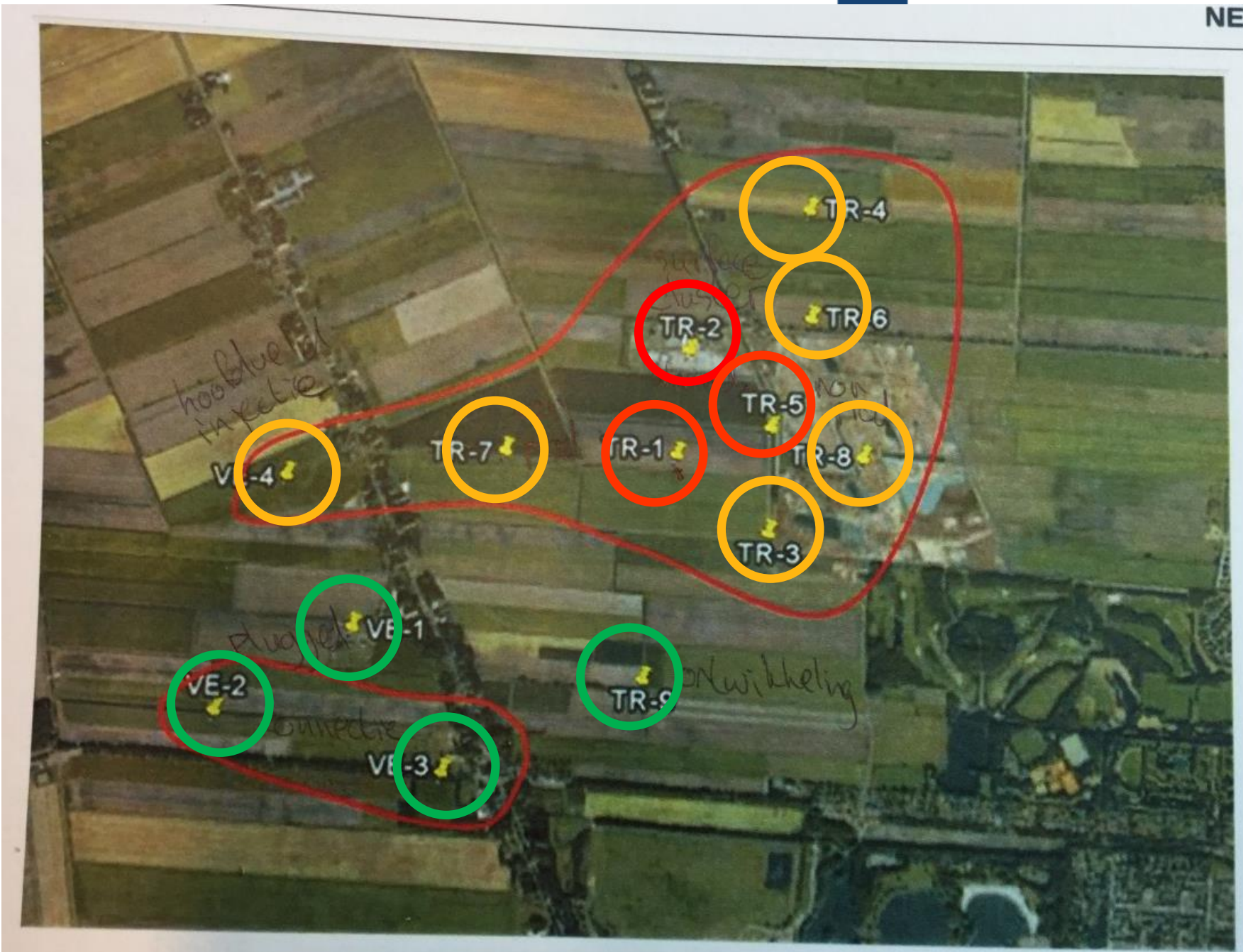
- ca. 3:15 TR-2: drukdaling wellhead pressure, eerste 10 minuten van 88 bar naar 67 bar.
- Kort erna TR-1 en TR-5 drukdaling, staan in contact met TR-2
- Vertraagd TR-3, TR-4, TR-6, TR-7, TR-8 en VE-4
- Geen drukdaling bij cavernes die niet in verbinding staan: TR-9, VE-1, VE-2 en VE-3
- TR2: drukdaling van 3:15 naar 15:00 67 bar naar 60 bar.

> 21 april 2018

- 20 april 15:00 -> 21 april 12:00 drukdaling 60 -> 59 bar.
- TR-1: afwijkend wellhead gedrag, nu weer op orde, annulus verbinding van TR-1 met cavernecluster verstopt geraakt (?).

> 22 april 2018

- Nog 0,5 bar drukdaling (zou ook door opstarten productie kunnen komen).
- Tr-1 afwijkend gedrag hoogstwaarschijnlijk niet door verstopping



Eerst detectie

- **TR-2**

Kort erna

- **TR-1**

- **TR-5**

Vertraagd

- **TR-3**

- **TR-4**

- **TR-5**

- **TR-7**

- **TR-8**

- **VE-4**

Geen anomalie

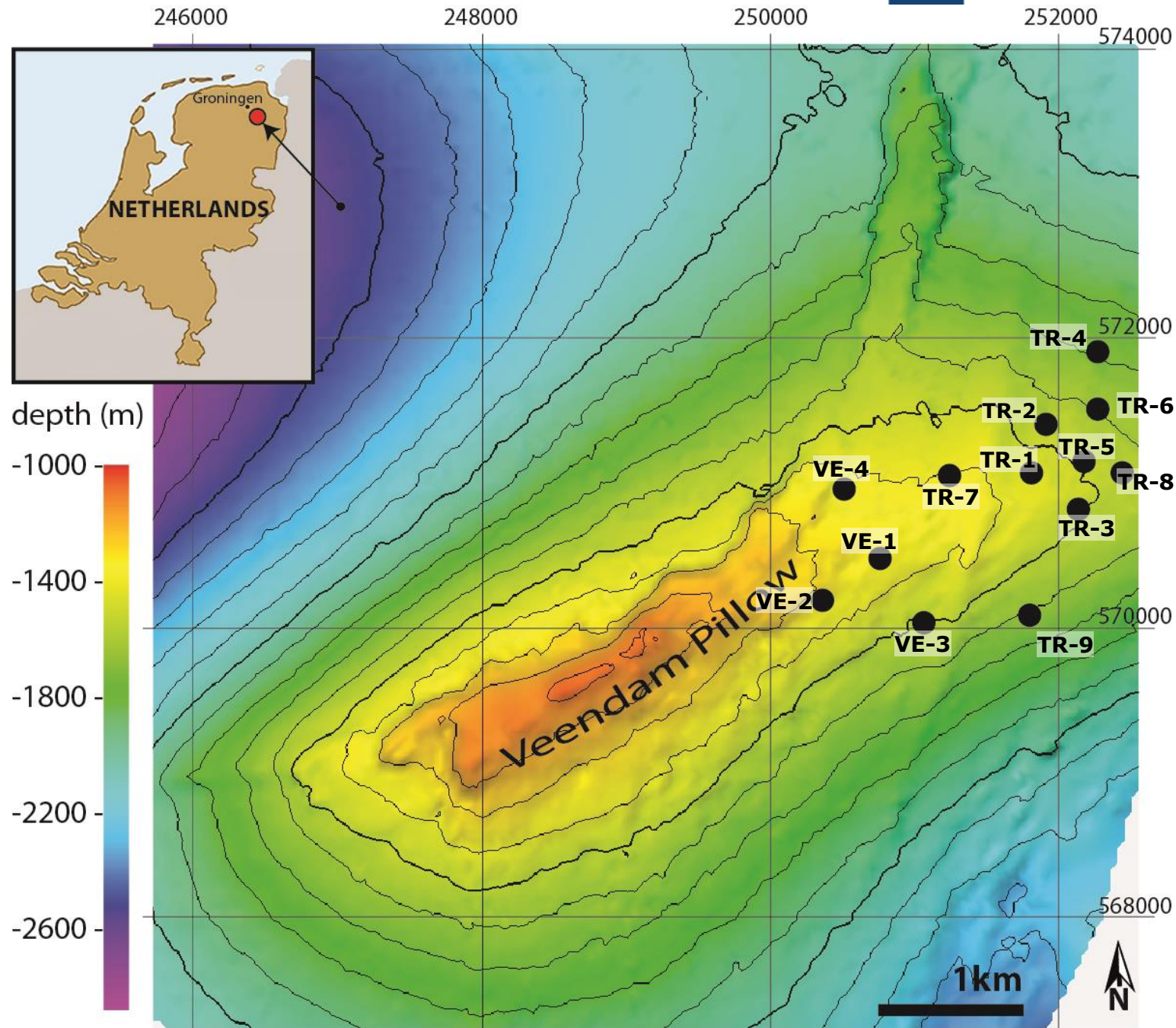
- **VE-1**

- **VE-2**

- **VE-3**

- **TR-9**

Zout structuur

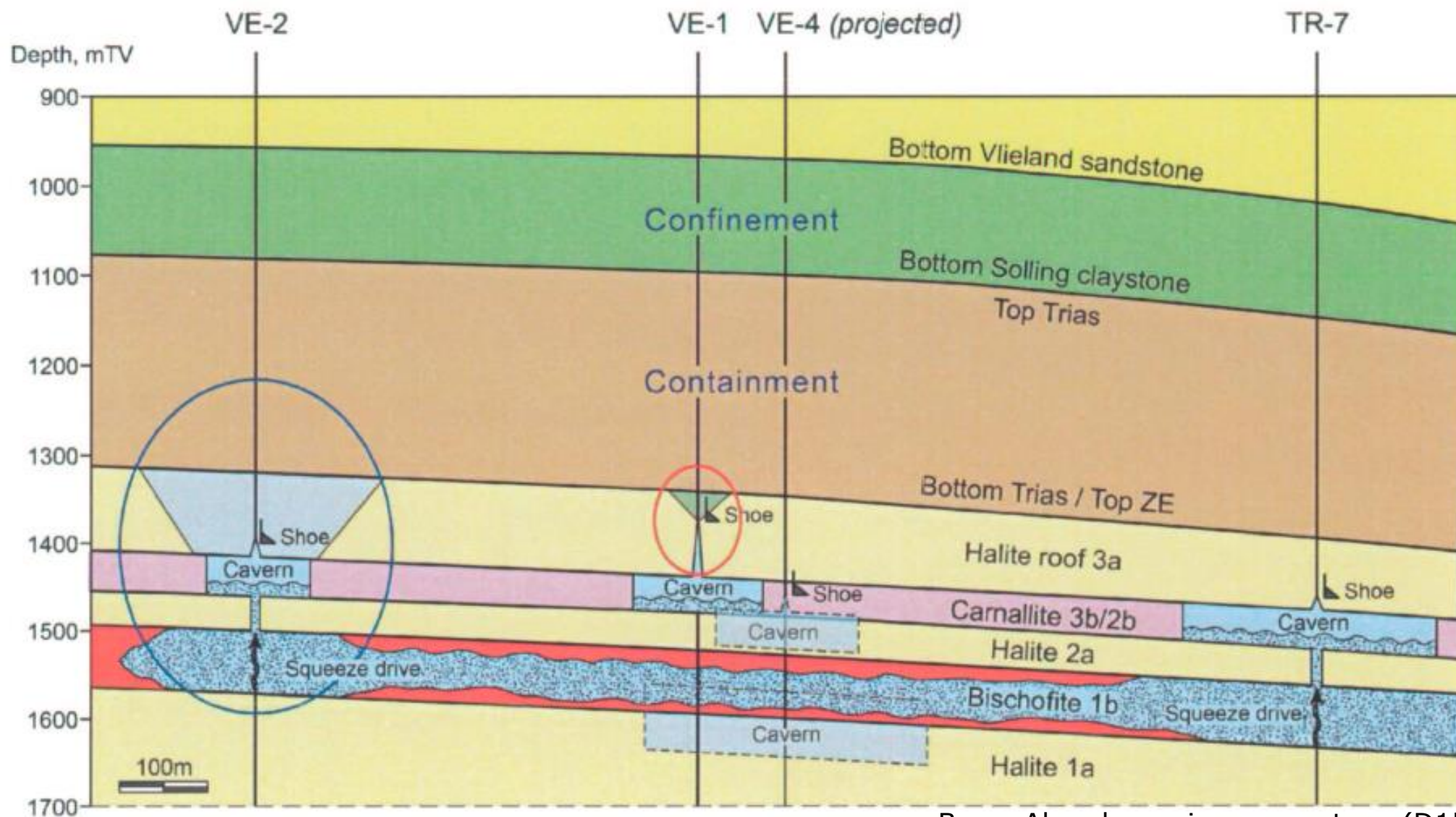


Depth map of top salt at the Veendam Pillow.
Black points mark the position of the wells

Bron: Raith & Urai, 2017
Putnamen geannoteerd door SodM

Nedmag – Schematische doorsnede

Cross-section through wells VE-2 - VE-1 - TR-7



Bron: Abandonneringsrapportage (D15048457)



Gevolgen Drukdeling

> Bodemdeling

- Nedmag: Convergentiesnelheid caverne $100 \text{ m}^3/\text{hr}$.
- De druk wordt nu expres laag gehouden over een bepaalde periode: 1 dag 2400 m^3 , 1 week 16800 m^3 , 1 maand $\sim 75.000 \text{ m}^3 = \sim 0.5 \text{ cm}$ bodemdeling.
- GPS meting & monitoring worden nu opgezet

> Opwaartse lekkage

- Nedmag: Drukdeling 28 bar komt overeen met lekkage 53.000 m^3 .
- Nedmag verwacht geen acuut gevaar voor mens en milieu.



Statement Nedmag mbt lekkage diesel

- Uit het cavernecomplex stromende pekkel zal zich ophopen in de Lower Bunter: als gevolg van de hoge dichtheid van de pekkel zal die niet naar surface komen.
- T.a.v. de diesel in het cavernecomplex:
 - De diesel is naar alle waarschijnlijkheid erg verspreid aanwezig en opgesloten in het vele inerte materiaal in het cavernecoluster
 - Diesel die in de huidige situatie wél uit het cavernecoluster zou ontsnappen naar de Lower Bunter zandsteen, blijft daar naar alle waarschijnlijkheid in achter. De Lower Bunter wordt aan de bovenkant afgesloten door de Solling Claystone
 - Mocht diesel toch kans zien om de Solling Claystone te passeren, dan blijft ze naar alle waarschijnlijkheid achter in de daarboven gelegen Vlieland Zandsteen, die aan de bovenkant afgesloten wordt door de Vlieland Claystone.



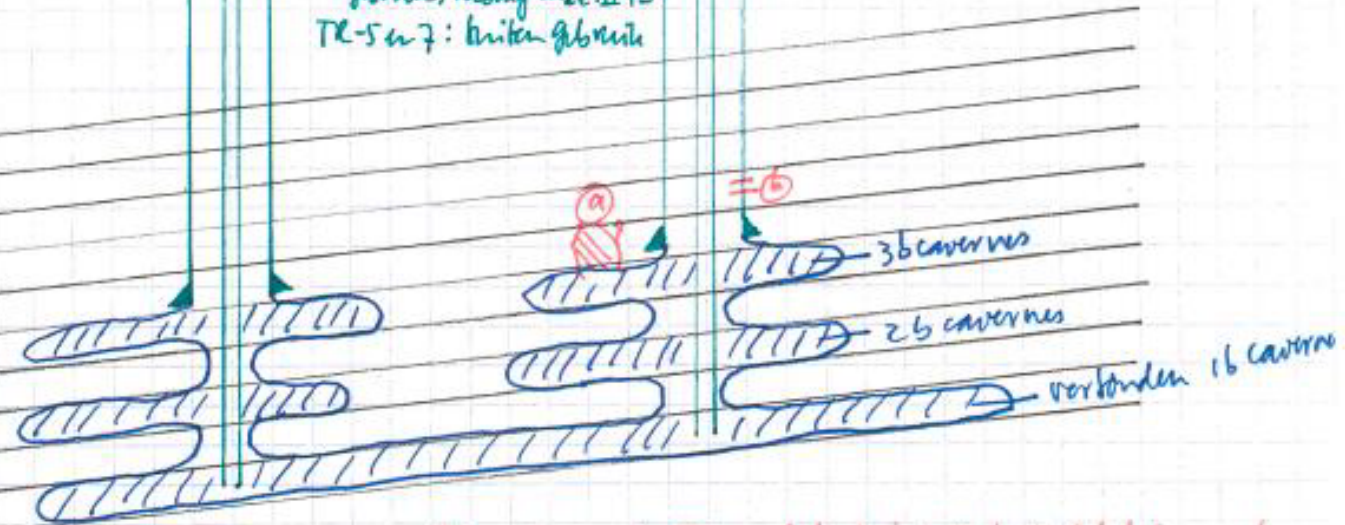
Surface

Total of wells

last cemented casing
tubing

TR-1: gipsinjectie in Ze III 3b
TR-2: lege casing
TR-3, 4, 6, 8 en VE-1: h.
gemaakt, tubing in Ze III 1b
TR-5 en 7: knien gemaakt

Vrieland - leisteen
Vrieland - zandsteen
Solbrig - leisteen
Lower Bunter - zandsteen
Zechstein III 4 en Zechstein IV - m.h. haliet
Zechstein III 3b - Cornalliet etc.
Zechstein II 3a - haliet
Zechstein II 2b - Cornalliet etc.
Zechstein I 2a - haliet
Zechstein I 1b - Bishofiet etc.
Zechstein I 1a - haliet



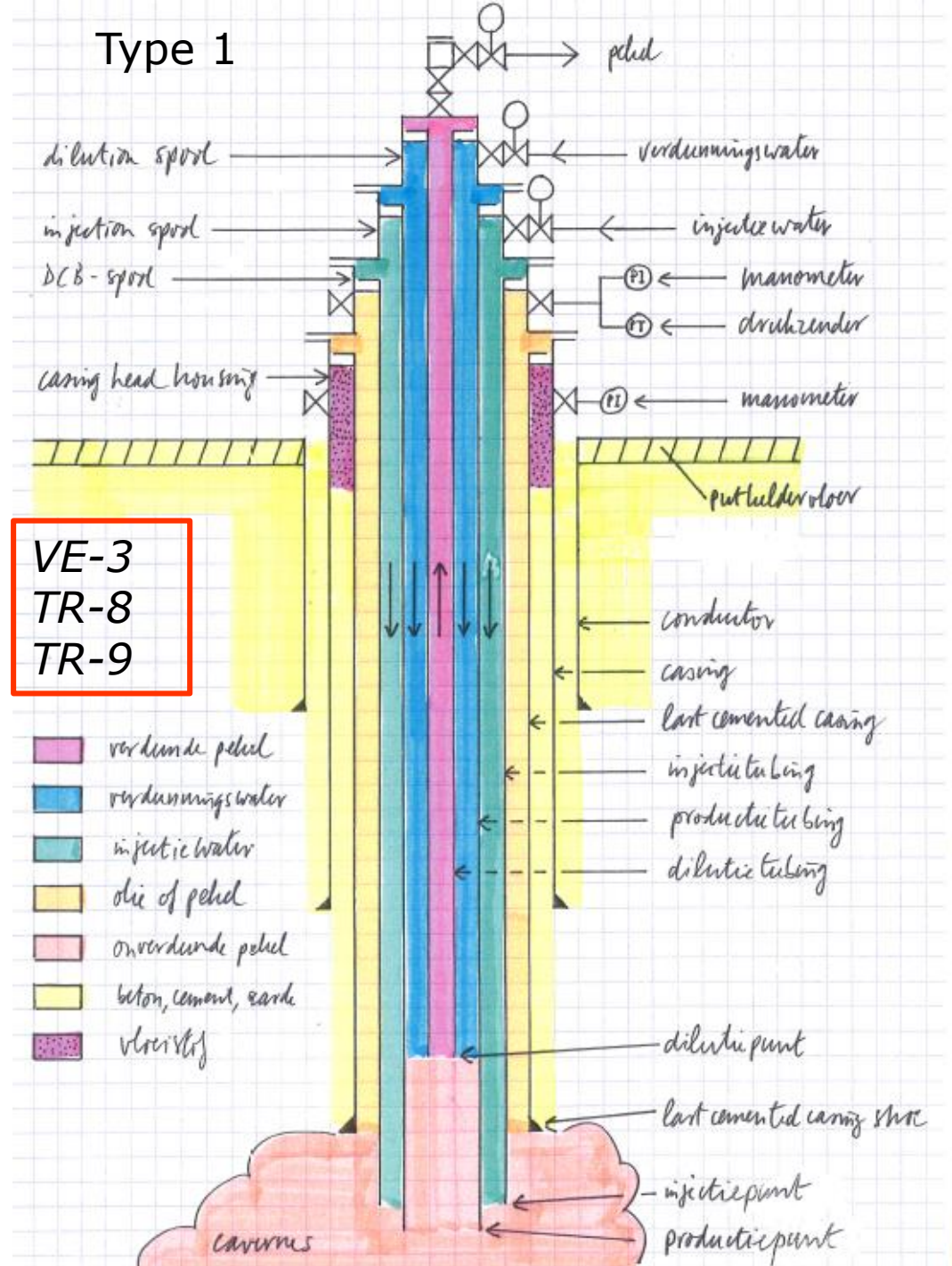
mogelijke oorzaak (a): defect in het halietdak boven de 3b caverns
(b): lek in last cemented casing



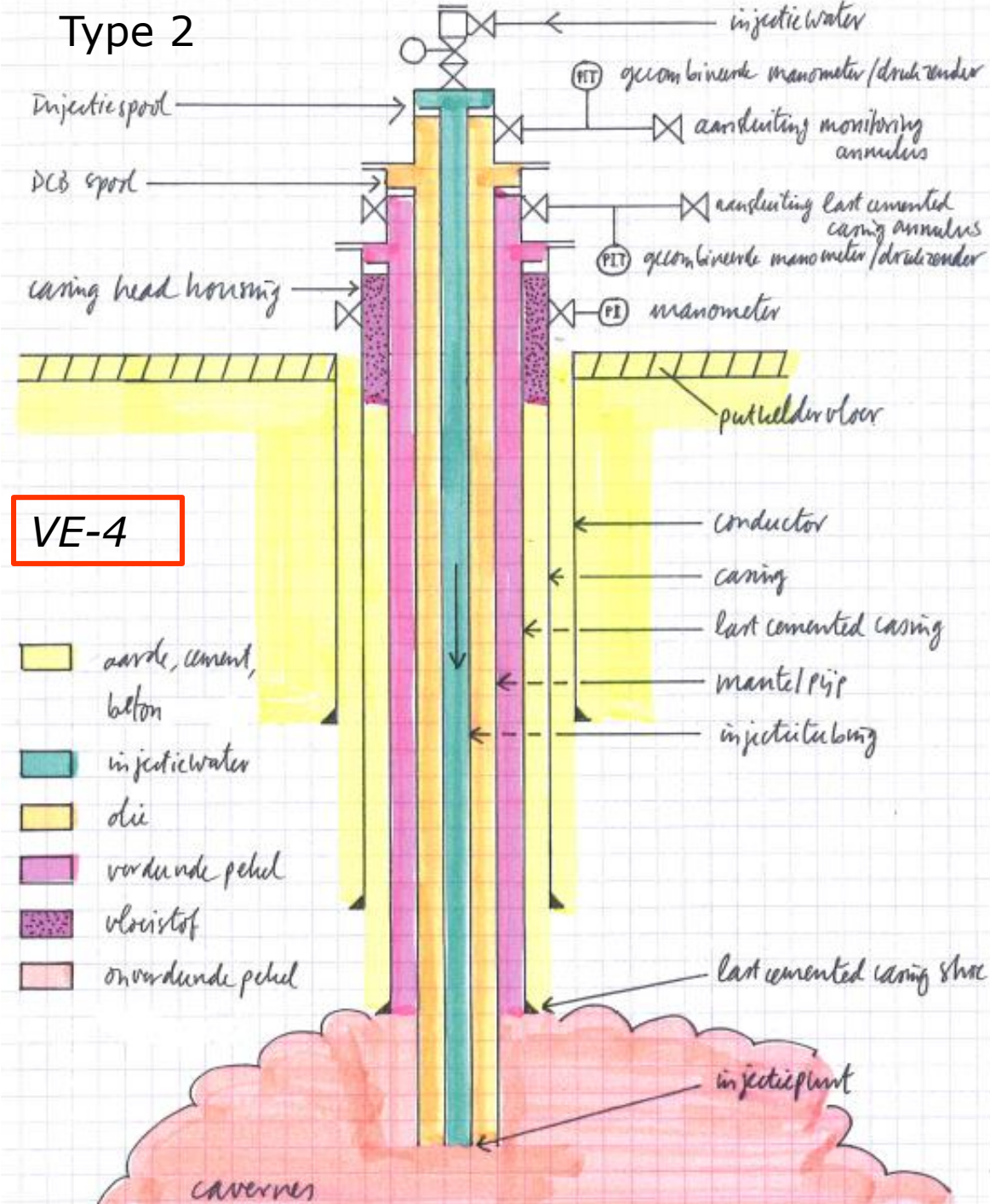
Putten NedMag

- › *Zoals bekend heeft Nedmag 13 wells: TR-1 t/m TR-9 en VE-1 t/m VE-4.*
 - *Well type 1 is typical voor VE-3, TR-8 en TR-9.*
 - *Well type 2 is typical voor VE-4.*
 - *Well type 3 is typical voor TR-3, TR-4 en TR-6.*
- › *TR-1 heeft een atypische completion, wordt niet gebruikt voor injectie van water en/of productie van pekkel maar alleen voor injectie van gips.*
- › *TR-2 heeft een lege casing die verbonden is met zowel onder- als bovenzakken en is niet in gebruik.*
- › *TR-5 en TR-7 hebben a-typische completions en zijn niet in gebruik.*
- › *VE-1 heeft een lege casing die verbonden is met een bovenzak en is niet in gebruik.*
- › *VE-2 is gesuspenderd via een plug en een cement plug in de casing en is niet in gebruik.*

Type 1



Type 2





Initiële beheersmaatregelen

- Druk laten zakken in cavernestelsel
 - Middel: opstarten TR-3,4,6,8 als relief well, reductie injectiewater in cavernestelsel.
 - Voordeel: houdt druk laag en verminderd hopelijk het volume van lekkage.
 - Nadeel: als dit lang gedaan wordt leidt het tot extra bodemdaling. Gevolg Nedmag is eerder door het bodemdalingsbudget heen.

- Meten bodemdaling: installatie GPS-meetpunt



Overige beheersmaatregelen

- › Casing en cement meting TR-2 (Dinsdag)
- › Gamma Ray metingen in TR-1 en TR-5, als controle op intrek van Carnallitische pekkel.



Hypothese oorzaken Nedmag

> Hypothese 1:

geologisch defect

- Fix?: sluiten door squeeze of kristallisatie verzadigde pek

> Hypothese 2:

casing failure

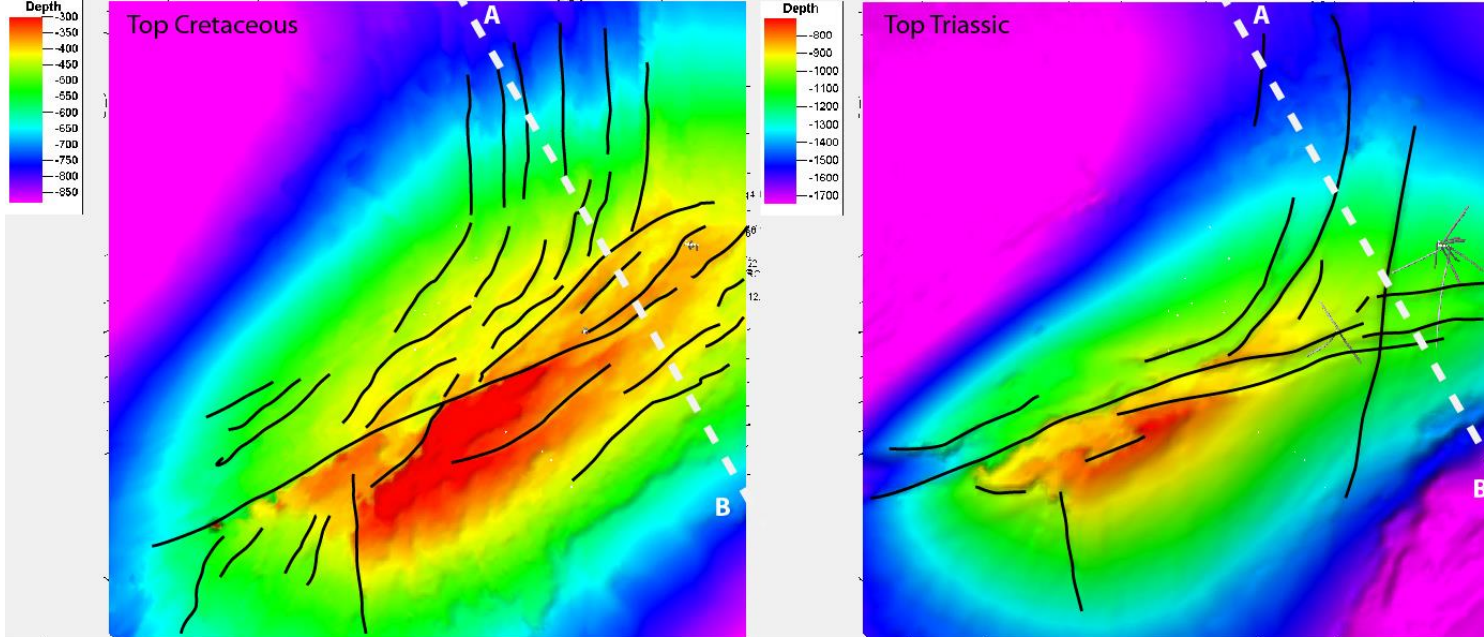
- Test 1: casing en cementatie TR-2 meten (week 23 april)
- Test 2: Gamma Ray metingen TR-1 en TR-5 (week 23 april) kijk of intrek Carnallitische pek kan duiden op lek casing
- Fix?: repareer casing



Hypothese oorzaken SodM

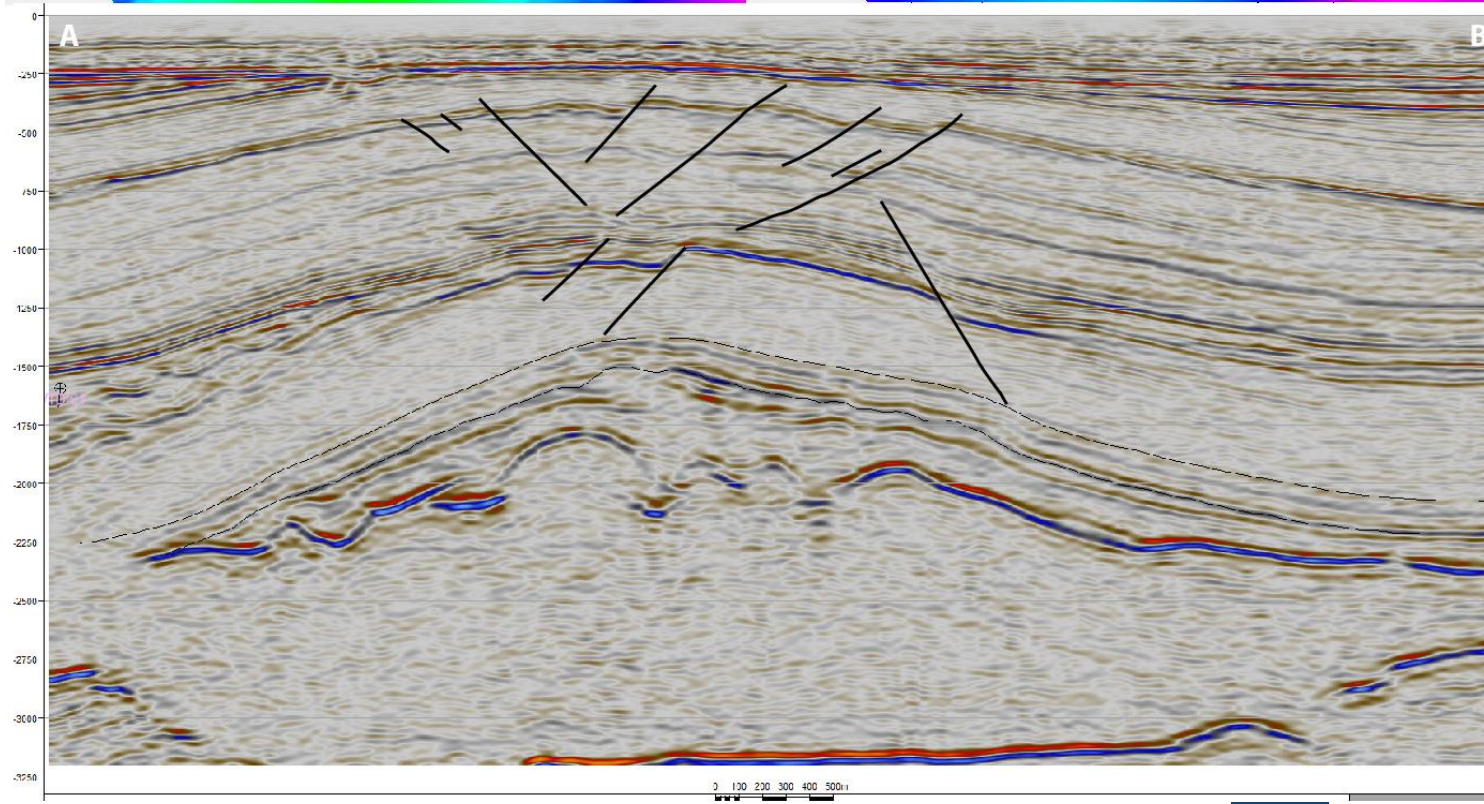
- Groot volume in korte tijd (53000m^3 in ~ 10 minuten)
 - Onwaarschijnlijk dat dit via een put kan stromen.
 - Ter vergelijking: voor een blow-out wordt er verwacht dat er meerdere dagen nodig zijn voor 18.000m^3 (WEP studie voor Nedmag)

- Meest waarschijnlijk een **geologische oorzaak**
 - Onbedoeld de caprock gefrackt?
 - Door oplossing een verbinding gemaakt tussen de caverne en de permeabele gesteentes er omheen (b.v. Bunter Zandsteen)



Mogelijke zorg:

- Breuken kunnen juxtapositie lekpad vormen
- Lekkage langs de breuken



Top: Top Cretaceous and Top Triassic depth maps with faults indicated with black lines. Bottom: Profile A-B (vertical = horizontal scale) showing normal faults above the cavern field.



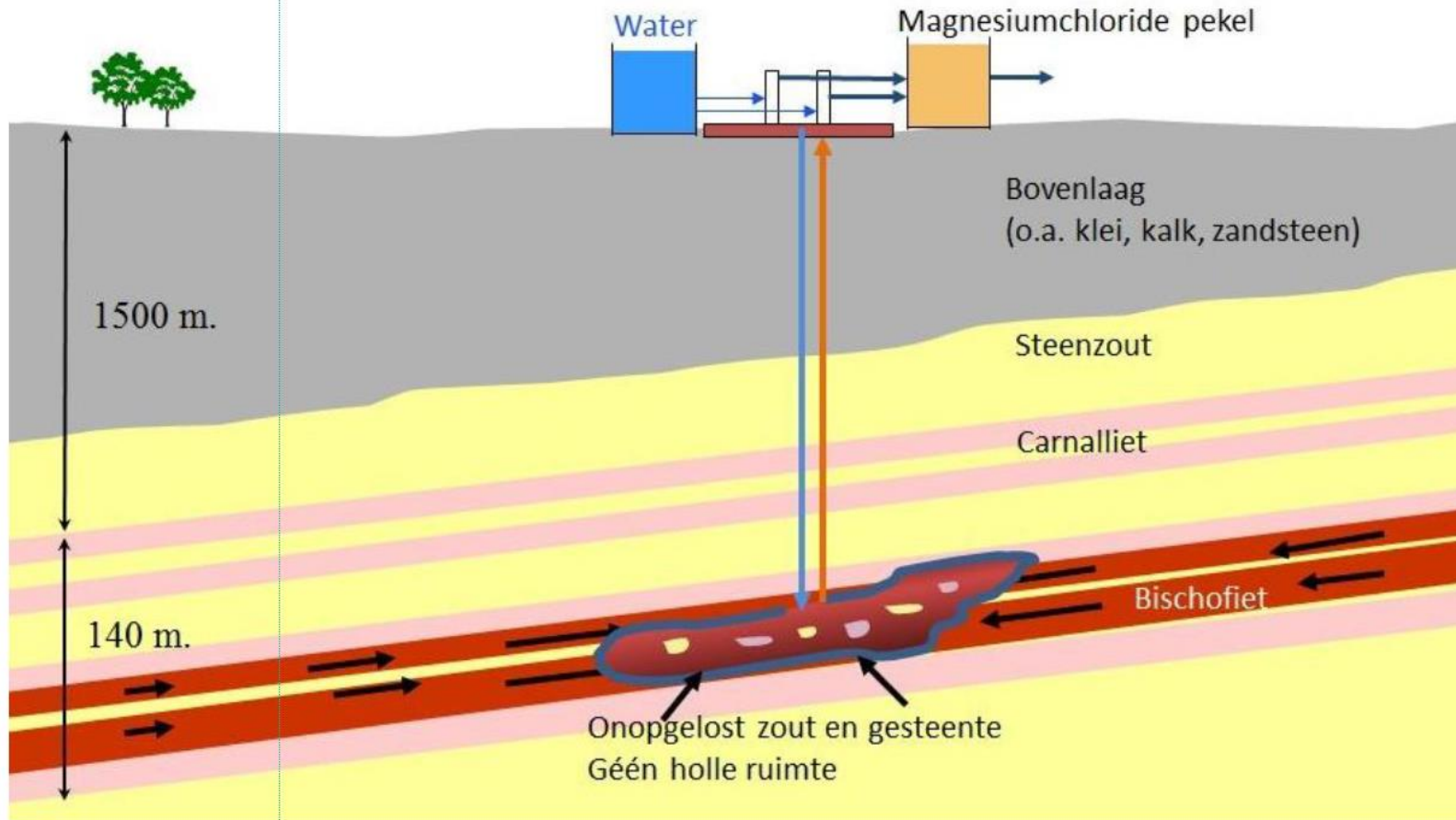
Extra doorsnedes

Nedmag – Doorsnede



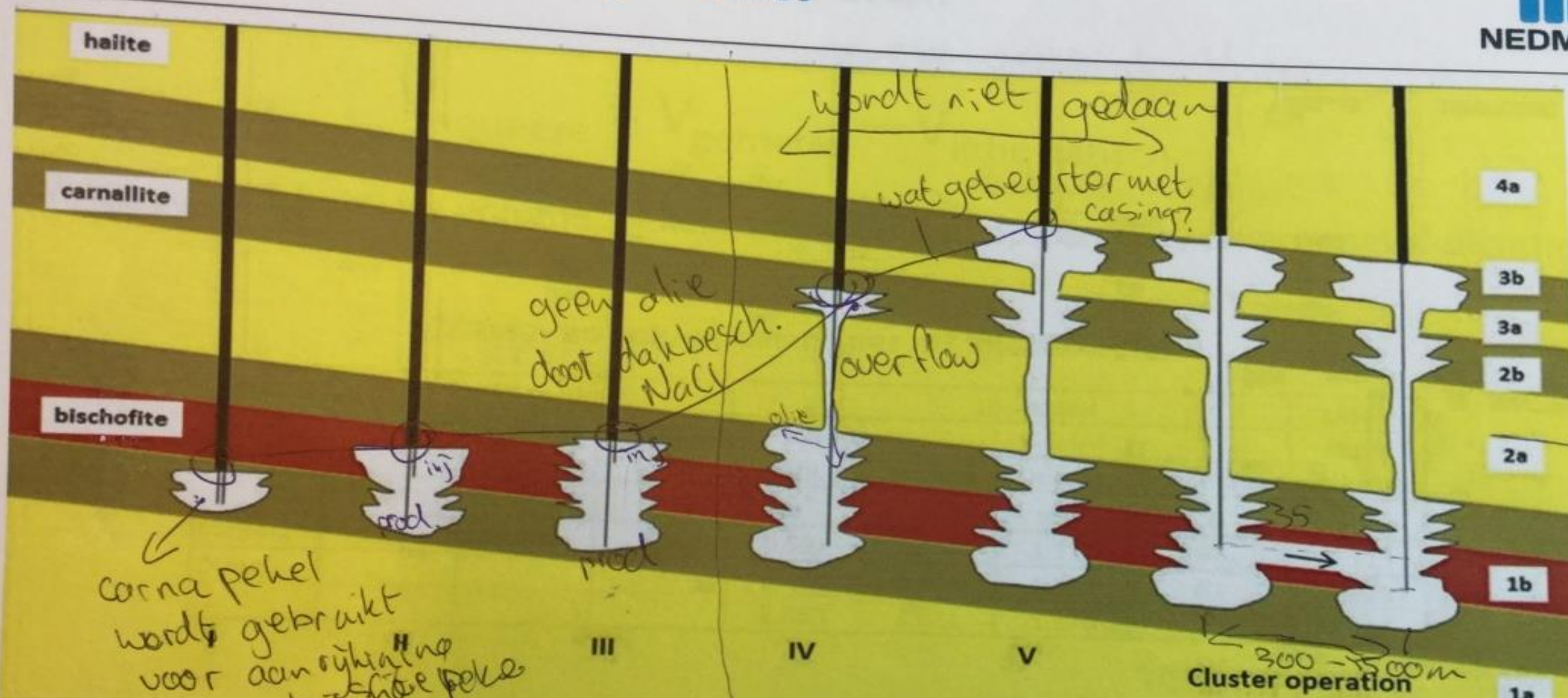
Staatstoezicht op de Mijnen
Ministerie van Economische Zaken

Nedmag zoutwinning





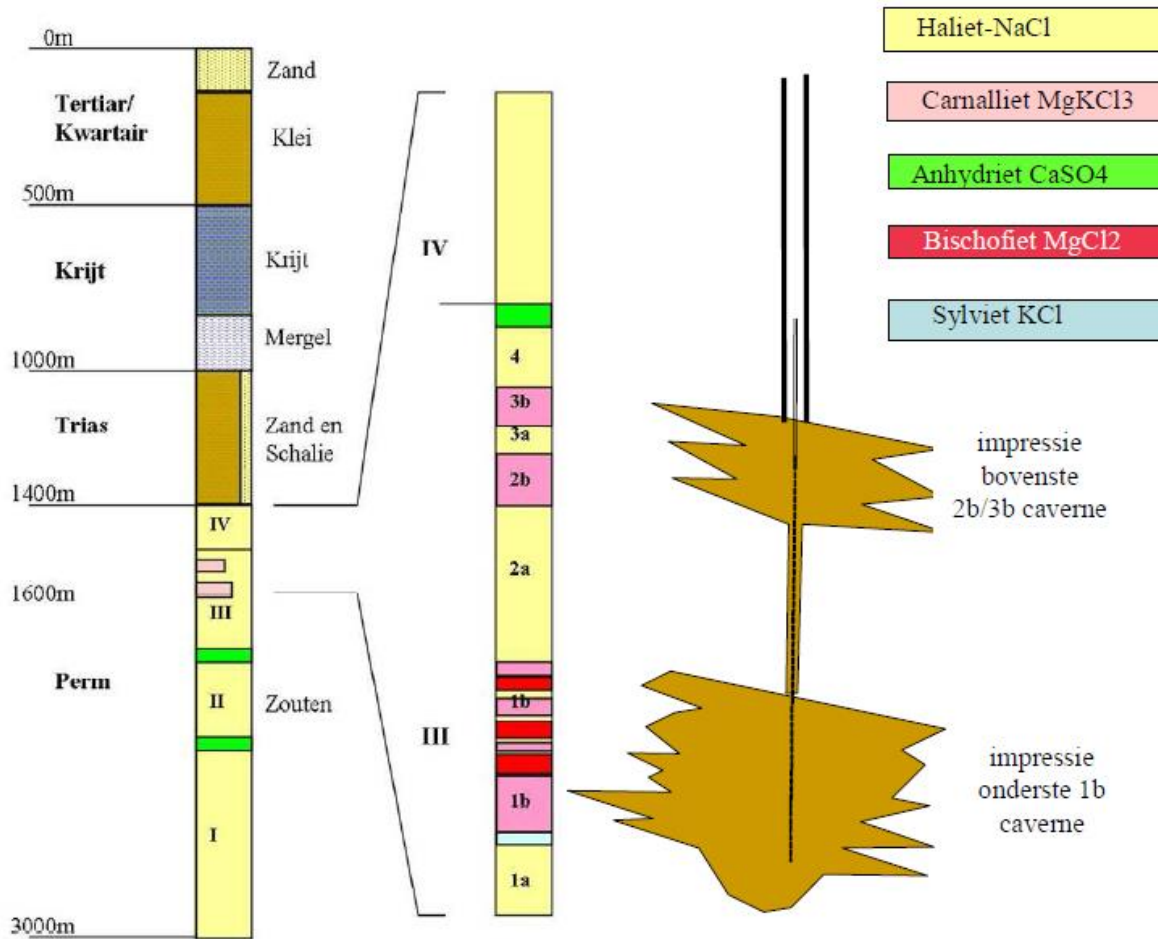
De loogfasen van de Nedmag cavernes



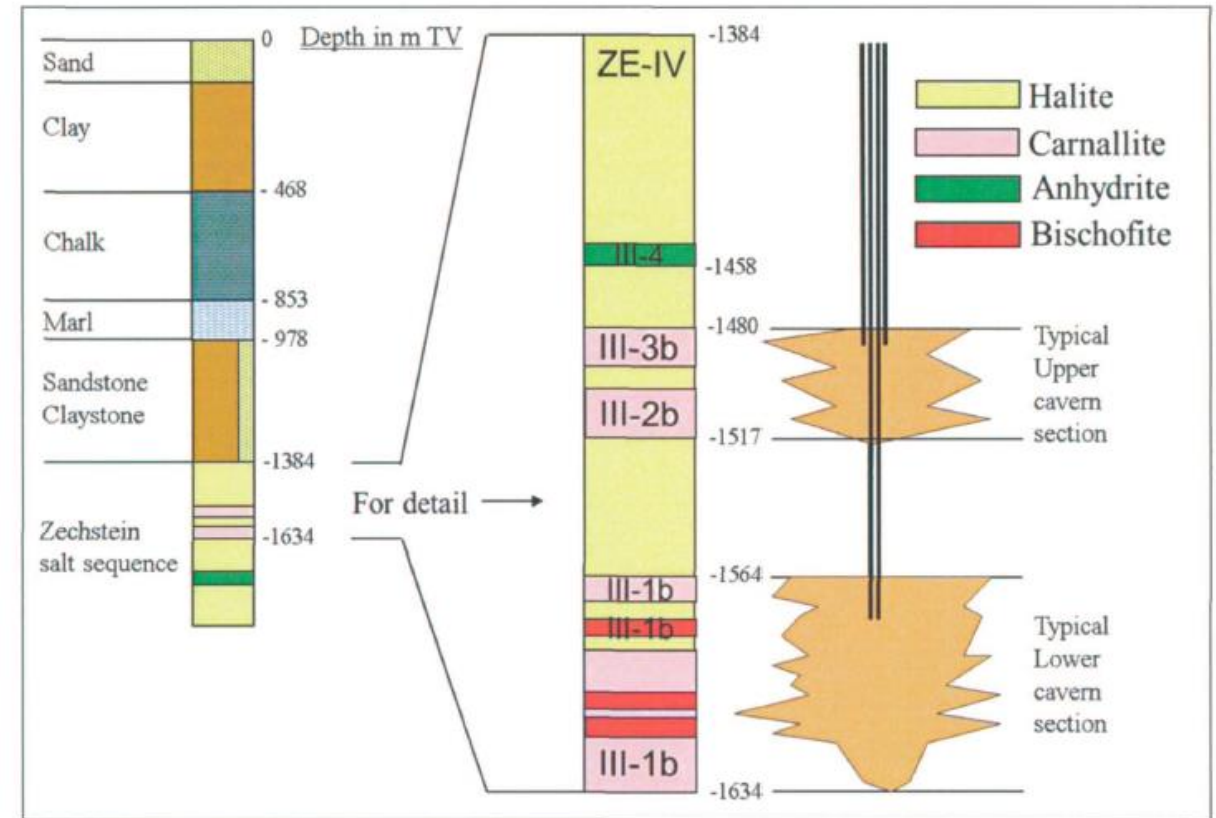
Nedmag – Doorsnede



Staatstoezicht op de Mijnen
Ministerie van Economische Zaken

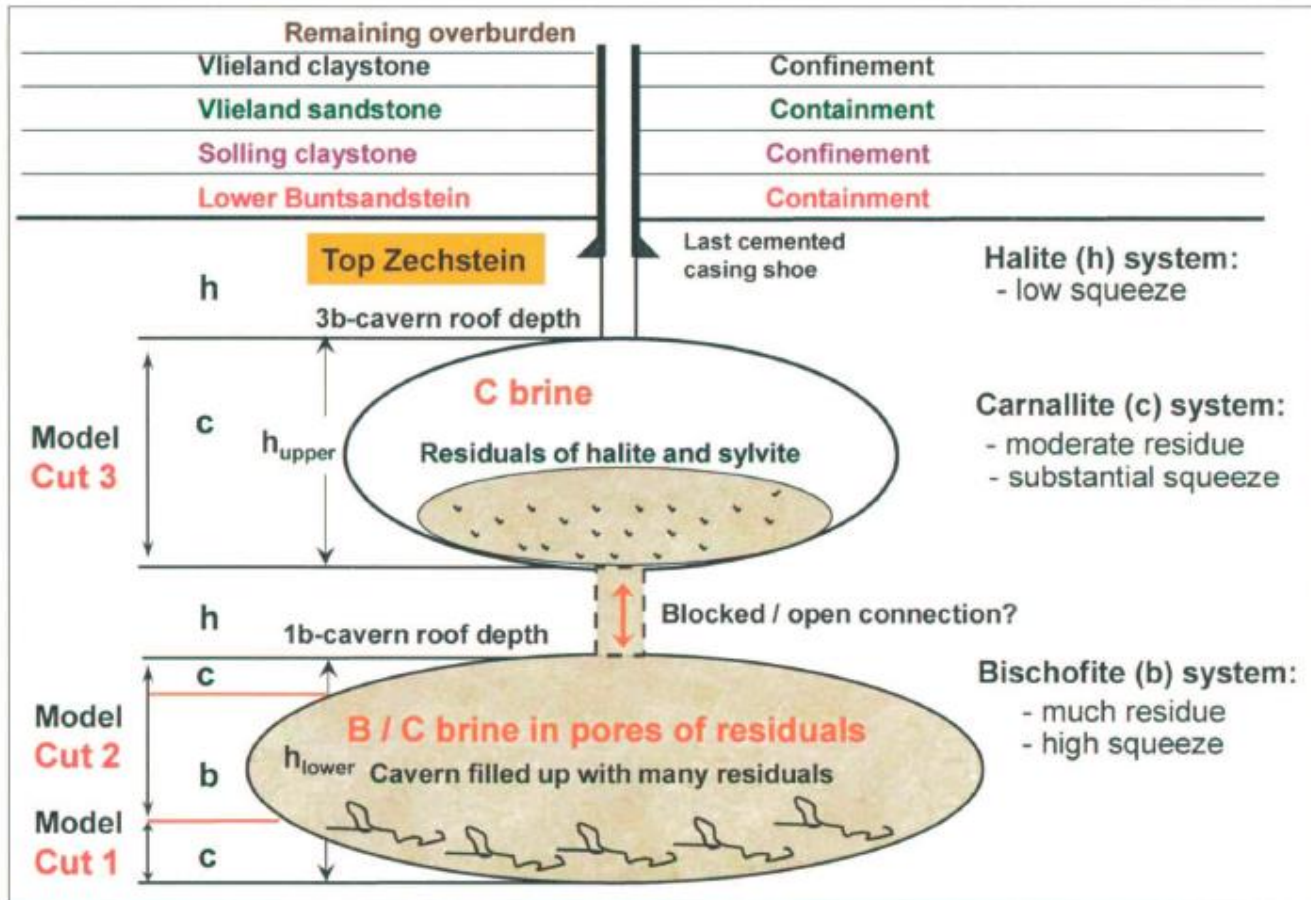


Bron: winningsplan 2013



Bron: Abandonneringsrapportage (D15048457)

Nedmag – Containment en Confinement



Bron: Abandonneringsrapportage (D15048457)