

## Sectie 1. Ingevulde Kill Sheet Oefeningen – Oefening manometer probleem

Manometer probleem oefeningen worden gemaakt vanuit een vooraf ingevuld kill-sheet met alle relevante volume- en drukkerekeningen.

Elke vraag is gebaseerd op pompslagen, pompsnelheid, boorpijp – en casingdruk metingen uitgevoerd op een specifiek tijdstip tijdens de doodpomp operatie van een put. Een of meerdere van deze metingen kan aangeven welke handeling vereist is. De opties worden getoond in de meerkeuze antwoorden

De casing- en/of boorpijpdrukken zijn alleen relevant voor de handeling indien:

- De casing- en/of boorpijpdrukken die in de vraag worden gegeven, onder de te verwachte drukken liggen.
- De casing- en/of boorpijpdrukken die in de vraag worden gegeven, 5 bar of meer boven de te verwachte drukken liggen.

## Sectie 2. Rekenformules

Afkorting	Term
0.0981	constante factor
l	liter
l/m	liter per meter
l/min	liter per minuut
l/stroke	liter per slag
BHP	bodemdruk
BOP	blowout preventer
m	meter
m/hr	meter per uur
m/min	meter per minuut
LOT	leak-off test – lek test
MAASP	maximum allowable annular surface pressure – maximaal toegestane annulus top druk
kg/l	kilogram per liter
bar	bar (druk)
bar/m	bar per meter
bar/hr	bar per uur
SICP	ingesloten casing druk
SIDPP	ingesloten boorpijp druk
SPM	slagen per minuut
TVD	true vertical depth - ware verticale diepte

**1. Hydrostatische druk (bar)**

$$\text{vloeistofdichtheid (kg/l)} \times 0.0981 \times \text{TVD (m)}$$

**2. Druk gradient (bar/m)**

$$\text{vloeistofdichtheid (kg/l)} \times 0.0981$$

**3. Vloeistofdichtheid (kg/l)**

$$\text{hydrostatische druk (bar)} \div \text{TVD (m)} \div 0.0981$$

of

$$\frac{\text{hydrostatische druk (bar)}}{\text{TVD (m)} \times 0.0981}$$

**4. Formatiedruk (bar)**

$$\text{hydrostatische druk in boorpijp (bar)} + \text{SIDPP (bar)}$$

**5. Pomp opbrengst (l/min)**

$$\text{pompslag volume (l/stroke)} \times \text{pompsnelheid (SPM)}$$

**6. Equivalente circulatie dichtheid (kg/l)**

$$\text{vloeistofdichtheid (kg/l)} + (\text{annulus drukverlies (bar)} \div \text{TVD (m)} \div 0.0981)$$

of

$$\text{vloeistofdichtheid (kg/l)} + \left( \frac{\text{annulus drukverlies (bar)}}{\text{TVD (m)} \times 0.0981} \right)$$

**7. Vloeistofdichtheid (kg/l) inclusief trip marge (bar)**

$$\text{vloeistofdichtheid (kg/l)} + (\text{trip marge (bar)} \div \text{TVD (m)} \div 0.0981)$$

of

$$\text{vloeistofdichtheid (kg/l)} + \left( \frac{\text{trip marge (bar)}}{\text{TVD (m)} \times 0.0981} \right)$$

**8. Nieuwe pompdruk (bar) met nieuwe pompsnelheid (SPM) (schatting)**

$$\text{huidige pompdruk (bar)} \times \left( \frac{\text{nieuwe pompsnelheid (SPM)}}{\text{huidige pompsnelheid (SPM)}} \right)^2$$

**9. Nieuwe pompdruk (bar) met nieuwe vloeistofdichtheid (kg/l) (schatting)**

$$\text{huidige pompdruk (bar)} \times \left( \frac{\text{nieuwe vloeistofdichtheid (kg/l)}}{\text{huidige vloeistofdichtheid (kg/l)}} \right)$$

**10. Maximaal toegestane vloeistofdichtheid (kg/l)**

$$\text{LOT vloeistofdichtheid (kg/l)} + (\text{oppervlakte LOT druk (bar)} \div \text{casing schoen TVD (m)} \div 0.0981)$$

of

$$\text{LOT vloeistofdichtheid (kg/l)} + \left( \frac{\text{Oppervlakte LOT druk (bar)}}{\text{casing schoen TVD (m)} \times 0.0981} \right)$$

**11. MAASP (bar)**

$$(\text{maximaal toegestane vloeistofdichtheid (kg/l)} - \text{huidige vloeistofdichtheid (kg/l)}) \times 0.0981 \times \text{casing schoen TVD (m)}$$

**12. Doodpomp vloeistofdichtheid (kg/l)**

$$\text{huidige vloeistofdichtheid (kg/l)} + (\text{SIDPP (bar)} \div \text{TVD (m)} \div 0.0981)$$

of

$$\text{huidige vloeistofdichtheid (kg/l)} + \left( \frac{\text{SIDPP (bar)}}{\text{TVD (m)} \times 0.0981} \right)$$

**13. Initiële circulatiedruk (bar)**

$$\text{circulatiedruk bij doodpompsnelheid (bar)} + \text{SIDPP (bar)}$$

**14. Uiteindelijke circulatiedruk (FCP) (bar)**

$$\left( \frac{\text{doodpomp vloeistofdichtheid (kg/l)}}{\text{huidige vloeistofdichtheid (kg/l)}} \right) \times \text{circulatiedruk bij doodpompsnelheid (bar)}$$

**15. Gas migratie snelheid (m/hr)**

$$\text{snelheidstoename oppervlakedruk (bar/hr)} \div \text{vloeistofdichtheid (kg/l)} \div 0.0981$$

of

$$\frac{\text{snelheidstoename top druk (bar/hr)}}{\text{vloeistofdichtheid (kg/l)} \times 0.0981}$$

**16. Gas wetten**

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

$$P_1 = \frac{P_2 \times V_2}{V_1} \quad V_1 = \frac{P_2 \times V_2}{P_1}$$

$$P_2 = \frac{P_1 \times V_1}{V_2} \quad V_2 = \frac{P_1 \times V_1}{P_2}$$

**17. Drukval per meter tripping droge pijp (bar/m)**

$$\frac{\text{vloeistofdichtheid (kg/l)} \times 0.0981 \times \text{metaal verplaatsing (l/m)}}{\text{riser of casing capaciteit (l/m)} - \text{metaal verplaatsing (l/m)}}$$

**18. Drukval per meter tripping natte pijp (bar/m)**

$$\frac{\text{vloeistofdichtheid (kg/l)} \times 0.0981 \times \text{verplaatsing afgesloten pijp (l/m)}}{\text{riser of casing capaciteit (l/m)} - \text{verplaatsing afgesloten pijp (l/m)}}$$

**19. Niveauverlaging door het trekken van overgebleven collars uit de put (m)**

$$\frac{\text{langte van collars (m)} \times \text{metaal verplaatsing (l/m)}}{\text{riser of casing capaciteit (l/m)}}$$

**20. Niveauverlaging door het trekken van overgebleven "natte" collars uit de put (m)**

$$\frac{\text{langte van collars (m)} \times \text{verplaatsing gesloten pijp (l/m)}}{\text{riser of casing capaciteit (l/m)}}$$

**21. Pijplengte die droog getrokken kan worden voordat overbalans is verloren (m)**

$$\frac{\text{overbalans (bar)} \times (\text{riser of casing capaciteit (l/m)} - \text{metaal verplaatsing (l/m)})}{\text{vloeistof gradient (bar/m)} \times \text{metaal verplaatsing (l/m)}}$$

of

$$\frac{\text{overbalans (bar)} \times (\text{riser of casing capaciteit (l/m)} - \text{metaal verplaatsing (l/m)})}{\text{vloeistofdichtheid (kg/l)} \times 0.0981 \times \text{metaal verplaatsing (l/m)}}$$

**22. Pijplengte die nat getrokken wordt voordat overbalans is verloren (m)**

$$\frac{\text{overbalans (bar)} \times (\text{riser of casing capaciteit (l/m)} - \text{verplaatsing afgesloten pijp (l/m)})}{\text{vloeistofgradient (bar/m)} \times \text{verplaatsing afgesloten pijp (l/m)}}$$

of

$$\frac{\text{overbalance (bar)} \times (\text{riser or casing capaciteit (l/m)} - \text{verplaatsing afgesloten pijp (l/m)})}{\text{vloeistofdichtheid (kg/l)} \times 0.0981 \times \text{verplaatsing afgesloten pijp (l/m)}}$$

**23. Af te laten volume door gasmigratie in een verticale put (l)**

$$\text{af te laten werkdruk (bar)} \times \left( \frac{\text{annulus capaciteit (l/m)}}{\text{drukgradient (bar/m)}} \right)$$

of

$$\text{af te laten werkdruk (bar)} \times \left( \frac{\text{annulus capaciteit (l/m)}}{\text{vloeistofdichtheid (kg/l)} \times 0.0981} \right)$$

**24. Trekpil (Slug) volume (liter) voor een gegeven droge pijplengte**

$$\frac{\text{lengte droge pijp (m)} \times \text{pijp capaciteit (l/m)} \times \text{huidige vloeistofdichtheid (kg/l)}}{\text{trekpildichtheid (kg/l)} - \text{huidige vloeistofdichtheid (kg/l)}}$$

**25. Pit toename door trekpil (slug) U-tubing effect (liter)**

$$\text{trekpil volume (l)} \times \left( \frac{\text{trekpildichtheid (kg/l)}}{\text{huidige vloeistofdichtheid (kg/l)}} - 1 \right)$$

**26. Riser marge (kg/l)**

$$\frac{((\text{afstand boorvloer wateroppervlak (m)} + \text{waterdiepte (m)}) \times \text{vloeistofdichtheid (kg/l)}) - (\text{waterdiepte (m)} \times \text{waterdichtheid (kg/l)})}{\text{TVD (m)} - \text{afstand boorvloer wateroppervlak (m)} - \text{waterdiepte (m)}}$$

**27. Hydrostatische drukverlies bij falen casing float (bar)**

$$\frac{\text{vloeistofdichtheid (kg/l)} \times 0.0981 \times \text{casing capaciteit (l/m)} \times \text{ongevulde casing hoogte (m)}}{\text{casing capaciteit (l/m)} + \text{annulus capaciteit (l/m)}}$$