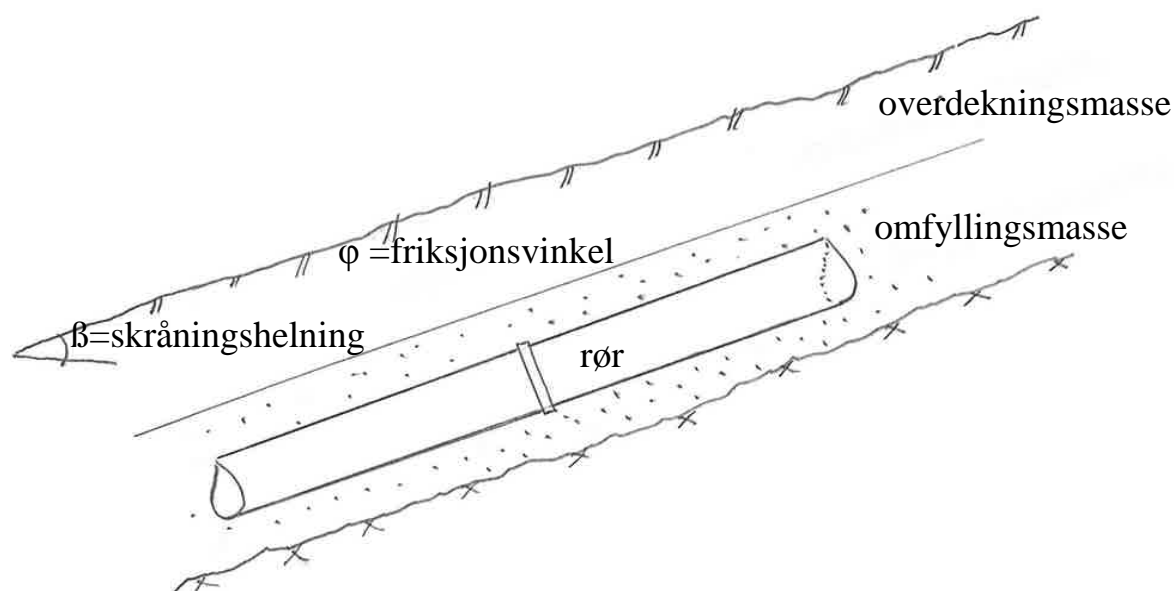


Nedgravde rør i bratt terreng. Sikkerhet mot overflateutglidning

Trykkør i tilknytning til småkraftverk vil ofte på partier i rørtraseen bli lagt i bratt terreng. I retningslinjer for stenge- og tappeorganer, rør og tverrslagsporter, kapittel 6.4.1 står det at ved vanskelige grunnforhold, og der det reises tvil om global sikkerhet er ivarettatt, skal grunnforholdene vurderes av geoteknisk sakkyndig. Kontroll av sikkerheten mot utglidning må også gjelde for massene over røret. Noe er sagt i pkt. G.3.2 i retningslinjene, men teksten må konkretiseres. I det etterfølgende er det forutsatt at rørledningen ligger tilnærmet rett i skråningen. Vi minner om at sikkerheten mot overflateutglidning også må kontrolleres i sideveis bratt terreng.

Forutsetningen for at rør skal ligge stabilt i løsmassegrøft er beskrevet i retningslinja, og det skal framlegges stabilitetsberegninger for rørtraseer brattere enn 20° . En viktig parameter i stabilitetsberegningen er overdekningsmassene som gir et stabiliserende bidrag i glidekontrollen. Dersom masser vaskes bort ved nedbør og eroderende overflatevann, vil røret bli avlastet, og sikkerheten mot glidning/forskyvning blir redusert. Den minste avvinkling under legging kan derfor føre til at sidekraften fra vanntrykket i en rørskjøt vil kunne forårsake ustabilitet, utglidning og rørbrudd når overdekningsmasser vaskes bort, helt eller delvis.



Skjærmotstanden i et gitt glidesjikt uttrykkes ved skjærkraften (normalkraft x friksjonskoeffisient) minus poretrykket. Normalkraften er effektiv tyngde av overdekningsmassen. Friksjonskoeffisienten, gitt ved $\tan \phi$, avhenger av massenes sammensetning i glidesjiktet (mineralogi, kornstørrelse) og lagringsfasthet (komprimering). Poretrykket er avhengig av vanntrykket i glidesjiktet.

Skjærmotstanden skal sammenlignes med den drivende kraften i glidesjiktet, og sikkerheten mot glidning skal minst være $S = 1,5$ for tørr skråning og $S = 1,1$ for vannmettet skråning.

Tilbakefylling av stedlige masser over rør og omfyllingsmasser (se skisse over) vil ofte være en blanding av f.eks. morene, sand, jord, røtter ol, og også ofte utført med utilstrekkelig komprimering, og da skal det velges forsiktige verdier på friksjonsvinkelen. For godt komprimerte tilbakefylte friksjonsmasser av grus og sand kan ϕ velges lik 35° (Håndbok 16 Geoteknikk i vegbygging, Håndbok Saint-Gobain). For blandingsjord uten tilfredsstillende komprimering settes ϕ ikke høyere enn 25° - 28° . For overdekningsmasser av knuste steinmaterialer (samme masser som omfyllingsmassene, f.eks. pukk 8-32 mm) kan ϕ settes lik 40 - 42° .

Det må skilles mellom overflateglidning i tørr skråning, og overflateglidning i vannmettet skråning hvor grunnvannstanden er i nivå med terrenget og parallelt med skråningen. Jf. geoteknisk litteratur, f.eks. Nilmar Janbu 1970, kapittel 5. Der hvor overflatevann ikke dreneres bort fra grøfttraseen er det

grunnvannstrømning parallelt med skråningen det må kontrolleres for i forbindelse med rør til småkraftverk.

Tørr skråning

Sikkerhet mot overflateglidning:

$$S = \text{tg } \varphi / \text{tg } \beta \quad (\text{hvor } \beta \text{ er skråningshelningen})$$

Vannmettet skråning

Her er poretrykket bestemt av skrå grunnvannstand, og med en grunnvannstrømning tilnærmet parallelt med skråningen. Sikkerhet mot overflateglidning vil da være:

$$S = (\gamma - \gamma_w) \cdot \text{tg } \varphi / \gamma \cdot \text{tg } \beta$$

hvor

- γ er tyngdetetthet av masse
- γ_w er tyngdetetthet av vann
- φ er friksjonsvinkel i masse
- β er skråningshelning

I det etterfølgende er satt opp en tabell med ulike verdier av friksjonsvinkel φ og korresponderende verdier for skråningshelning β , forutsatt sikkerhet mot glidning $s = 1,5$ (bruddgrense) og $s = 1,1$ (ulykke, vannmettet tilstand). I tabellen er det valgt $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$.

Friksjonsvinkel φ	Skråningshelning β for tørr tilstand og $s = 1,5$	Skråningshelning β for vannmettet tilstand og $s = 1,1$
20°	13,6°	9,4°
25°	17,3°	12,0°
28°	19,5°	13,6°
30°	21,1°	14,7°
35°	25°	17,6°
40°	29,2°	20,9°
42°	31,0°	22,2°

Eksempel

For gitt friksjonsvinkel $\varphi = 40^\circ$ i overdekningsmasser vil tillatt skråningshelning være $29,2^\circ$ for tørr masse og $20,9^\circ$ for vannmettet masse, dersom det er fare for at overflatevann kan renne inn og fylle rørgrofta uten at det gjennomføres avbøtende tiltak.

Dersom sikkerheten mot overflateglidning ikke er tilfredsstillende, må rørene forankres spesielt, f.eks. med forankringsklosser, strekkfaste koplinger, eller at det tilføres mer stabile overdekningsmasser med høyere friksjonsvinkel i eventuell kombinasjon med avskjærende grøfter for bortledning av overflatevann.