

Notat – Ølve – Kvitebergsvatnet - rørleidning

I samband med Ølve Bruk AS sin søknad til NVE har ein vorte beden om å vurdere dagens rørleidning frå Kvitebergsvatnet til Ølve Bruk (Ø450, 300 m lengde nedom terskel) i høve til levetid og kapasitet. Det har vorte hevda at leidninga berre har ein kapasitet på 8 m³/min. Vår undersøking viser at dette må vera basert på historisk drift med passiv tilrenning, der røyrret berre har vore delvis / halveges oppfylt.

Det er gjort to berekningar for å gje ein indikasjon på leidninga sin kapasitet. Dei mest sikre berekningane er gjort ut i frå Darcy-Weibach, og viser maksimal kapasitet på leidning 19 m³/min ut i frå tverrsnitt, fall og lokale tap gjennom ruheit og bend. Me vil nedanfor gjengje begge reknemetodane.

Føresetnadar

Diameter Ø: 450 mm

Lengde: 300 m

Fall: 6,0 m

Gradient: $i = 0,020$

For ei PE-rørleidning Ø 450 mm kan vi estimere kapasiteten ut frå tverrsnitt og typiske strøymingshastigheiter.

Areal:

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \cdot (0,4)^2}{4} \approx 0,126 \text{ m}^2$$

Generell berekning

Vanleg avrenning (delvis fylt)

Berekning med fall 6/300. Typisk 2,0–3,0 m/s avhengig av ruheit, bend og lokale forhold. Tek me utgangspunkt i lågaste verdi 2,0 m/s:

Volumstraum: $Q = A \cdot v$

Ved 2,0 m/s passiv halv avrenning:

$$Q \approx 0,126 \cdot 1,0 = 0,126 \text{ m}^3/\text{s} \approx 7,6 \text{ m}^3/\text{min}$$

Avrenning ved halvfylt leidning: ca. 8 m³/min, som gjev inntil 15-16 m³/min full leidning.

Me vil på neste side gjera ei meir detaljert berekning ut i frå lokale tilhøve og full leidning.

Føresetnader

Diameter $\varnothing$: 450mm

Lengde: $L = 300\text{m}$

Fall: $H = 6\text{m} \rightarrow$ trykkehøgde: $\Delta P = \rho g H$

Gravitetsakselerasjon: $g = 9,81\text{m/s}^2$

Hydraulisk gradient vert då

$$S = \frac{H}{L} = \frac{6}{300} = 0,02$$

PE-rør, antatt ruheit $\epsilon \approx 0,0005\text{m}$

Antatt lokale tap: 3 bend + innløp + utløp $\rightarrow K_{\text{tot}} \approx 1,5$

Darcy-Weisbach:

$$\Delta P = f \frac{L}{D} \frac{\rho v^2}{2} + \sum K_i \frac{\rho v^2}{2}$$

som gjev hastigheit v :

$$H = \frac{fL}{D} \frac{v^2}{2g} + \sum K_i \frac{v^2}{2g}$$

$H = 6\text{ m}$

f = friksjonsfaktor

$\sum K_i = 1,5$ (dim, lokale tilhøve)

Estimere friksjonsfaktor f

Relativ ruheit: $\frac{\epsilon}{D} = 0,0005/0,4 \approx 0,00125$

For turbulent straum ($Re > 10^4$), $f \approx 0,02-0,025$ for eldre PE. Utgpkt: $f = 0,023$

Fall lokalt:

$$6 = \frac{0,023 \cdot 300}{0,4} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot 9,81} + 1,5 \cdot \frac{v^2}{2 \cdot 9,81}$$

Turbulens f^*L/D :

$$f \frac{L}{D} = 0,023 \cdot \frac{300}{0,4} = 17,25$$

Lokale tap grunna ruheit og bend:

$$\begin{aligned}17,25 + 1,5 &= 18,75 \\6 &= \frac{18,75 \cdot v^2}{2 \cdot 9,81} = \frac{18,75v^2}{19,62} \\v^2 &= 6 \cdot \frac{19,62}{18,75} \approx 6,28 \\v &\approx 2,51 \text{ m/s}\end{aligned}$$

Maksimalvolum gjennom leidning

$$\begin{aligned}Q &= A \cdot v = 0,126 \cdot 2,51 \approx 0,316 \text{ m}^3/\text{s} \\Q &\approx \mathbf{19 \text{ m}^3/\text{min}}\end{aligned}$$

Leidninga til Ølve Bruk AS har med dette ein maksimalkapasitet på 19 m³/min, som indikerar at leidninga er dimensjonert for omsøkte volum på 270 l/s eller 16,2 m³/min når leidninga er nært fullt utnytta i sitt tverrsnitt. Dette kan ein nå ved det faktiske fallet på staden, men det krev at magasinet er i øvre sjikt. Bruk av mindre trykksetting må påreknast dersom magasinet vert meir aktivt nytta.

Røyrleidninga er undersøkt av Alsaker Fjordbruk AS, og PE-godset er SDR 26 og leidninga har god restlevetid utover 10 år. Røyrret har kun vore utsett for naturleg tilrenning, og låg årstemperatur (11 grader). Det er delvis nedfelt i elv og omliggande vegetasjon langs sideterreng. Særs lite stein- og sedimenttransport i og rundt røyrret, gjev låg slitasjegrad, og det er ingen punktlaster på røyrret. Miljøet og omliggande terreng har gjeve låg UV-belastning. Antatt levetid er ca 80-100 år, restlevetid er difor rekna å vera 35-50 år.