

Designkoeffisient og sikkerhetsfaktor for trykkrør

Både designkoeffisient og sikkerhetsfaktor er forholdstall som angir en margin mellom bruddspenningen og en dimensjonerende spenning for et rørmateriale. Designkoeffisienten for trykkrør og trykkrørdeler ivaretar naturlige variasjoner knyttet til råvaren, produksjon av produktene og normale driftsforhold i rørledningens brukstid. Den omfatter altså ikke forhold knyttet til håndtering, installasjon og uforutsette hendelser. Det er ulike designkoeffisienter for trykkrør for væsketransport og trykkrør for gassforsyning – og for ulike rørmaterialer. Tillatt designkoeffisient for PVC-U trykkrør for væsker (NS-EN ISO 1452) større eller lik 110 mm er 2,0 og for PE trykkrør for væsker (NS-EN 12201) er den 1,25.

Designkoeffisienten eller sikkerhetsfaktoren (C) gir rørmaterialets dimensjonerende spenning (σ_{dim}) ut fra rørets bruddspenning (MRS – Minimum Required Strength) i henhold til denne formelen:

$$\sigma_{dim} = \frac{MRS}{C} \quad [N/mm^2]$$

Maksimum tillatt driftstrykk for et rørprodukt (PFA) finner du ved hjelp av denne formelen:

$$PFA = \frac{2 \cdot \sigma_{dim}}{SDR-1} \quad [N/mm^2]$$

Rørets trykklasser angis som PN med en tallverdi som representerer maksimum tillatt driftstrykk (PFA) i bar – for eksempel PN 10.

- C: Designkoeffisient []
- MRS: Bruddspenning, Minimum Required Strength [N/mm²]
- σ_{dim} : Dimensjonerende materialspenning [N/mm²]
- PFA: Maksimum tillatt driftstrykk for rørproduktet [N/mm²]
- SDR: Standard dimensjonsforhold, Standard Dimension Ratio (D/e) []
- D/e: Rørets nominelle utvendige diameter [mm] / rørets nominelle veggtykkelse [mm]

Eksempel:

Bruddspenningen for PVC-U er 25,0 N/mm² og designkoeffisienten er 2,0. Dimensjonerende spenning er da:

$$\sigma_{dim} = \frac{MRS}{C} = \frac{25,0 \text{ N/mm}^2}{2,0} = 12,5 \text{ N/mm}^2$$

For et PVC-U SDR 21 rør blir maksimum tillatt driftstrykk:

$$PFA = \frac{2 \cdot \sigma_{dim}}{SDR-1} = \frac{2 \cdot 12,5 \text{ N/mm}^2}{21-1} = 1,25 \text{ N/mm}^2 = 12,5 \text{ bar}$$

Maksimum tillatt driftstrykk er 12,5 bar og dette rørets trykklasser angis som PN 12,5.

Sikkerhetsfaktor er et velkjent begrep når man prosjekterer rørledninger. I vår sammenheng mener de fleste at denne normalt ivaretar alle variasjoner og uforutsette hendelser som skjer i alle faser. Ved spesielle forhold eller hvis et rørbrudd er forbundet med store konsekvenser, så bør man vurdere å sette en høyere sikkerhetsfaktor og/eller eventuelt iverksette tiltak som reduserer konsekvensene ved brudd. Det kan være å sikre tilførsel av vann fra to kanter, å legge rør i varerør under viktig infrastruktur osv.

I Norge har vi brukt en høyere sikkerhetsfaktor for rørproduktene enn det som er beskrevet i produktstandardene – for eksempel 2,5 for PVC trykkrør og 1,6 for PE trykkrør– og tenkt at denne normalt skal ivareta alle usikkerheter forbundet med rørledningene (inkludert det som designkoeffisienten ivaretar). Våre trykkrør er merket med to trykklasser: En basert på standardenes designkoeffisient og en basert på en den høyere sikkerhetsfaktoren vi er vant med. Det betyr at trykklasse ikke er entydig angivelse av et rørprodukt. SDR-klassen, som angir forholdet mellom nominell utvendig diameter og nominell veggtykkelse, er den eneste entydige angivelsen av trykkrørprodukter av termoplast.

Vanligvis er driftstrykket lavere enn rørets trykklasse. I tillegg er temperaturen i grøften lavere enn temperaturen som rør av termoplast er dimensjonert ved (20°C). Begge disse forholdene gir i praksis ytterligere sikkerhet.

I noen land er det vanlig å vurdere behovet for sikkerhet knyttet til hvert enkelt forhold rørledningen utsettes for – såkalte partialfaktorer. Dette er også vanlig for andre typer konstruksjoner i Norge – f.eks. brukonstruksjoner. Hvis et forhold er ansett å ikke være relevant, så er koeffisienten 1. For kritiske konstruksjoner i krevende miljøer vil partialfaktorene akkumuleres til en relativt høy total sikkerhetsfaktor. Men dette er ikke innarbeidet i norsk VA.

Designkoeffisienter og normale sikkerhetsfaktorer med tilhørende trykklasser (i bar) for de vanligste trykkrørene for væsketransport er:

| Rørmateriale | Designkoeffisient [] | Normal sikkerhetsfaktor [] | Dim. spenning [N/mm ²] | SDR | | | |
|-------------------|-----------------------|-----------------------------|------------------------------------|---------|-------|-------|---------|
| | | | | 21 | 17 | 13,6 | 11 |
| PVC-U ≥ 110 mm | 2,0 | | 12,5 | PN 12,5 | | PN 20 | |
| | | 2,5 | 10,0 | PN 10 | | PN 16 | |
| PE 100 | 1,25 | | 8,0 | | PN 10 | | PN 16 |
| | | 1,6 | 6,25 | | PN 8 | | PN 12,5 |

Rørprodusenten produserer rør som tilfredsstillende alle krav relatert til standardenes designkoeffisienter. Men vi har ikke kontroll med hva som skjer under håndtering og installasjon, vi kjenner ikke til miljøet rørproduktene skal operere i eller har forutsetninger for å spå om uforutsette hendelser i driftsfasen – og konsekvenser. Byggherren, ledningseieren og/eller den ansvarlig prosjekterende må derfor i hvert enkelt tilfelle vurdere behovet for å bygge inn ekstra sikkerhet – og hvordan. Så langt er erfaringene at den normale sikkerhetsfaktoren og høy kompetanse i alle ledd i nyere tid har sikret det norske samfunnet gode vannforsyningssystemer med stabil drift og få ledningsbrudd.