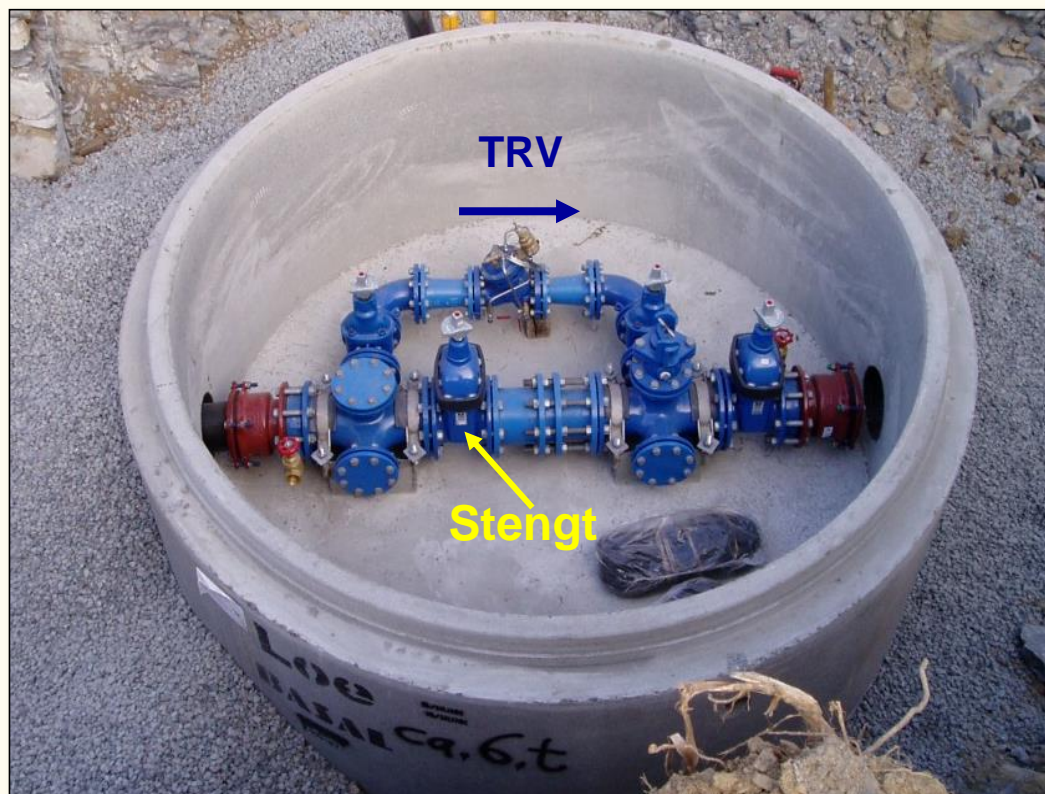


«**Bruk av trykkreduksjonsventilar i vassforsyninga**» Revidert utgave 1

Gunnar Mosevoll, Skien



Enkelt trykkreduksjonsanlegg under montering

*Denne ventilen leverer vann til en sone som har **to** slike anlegg.*

Fagsamling om trykkreduksjonsventiler, Måløy 11. april 2018

- | | |
|----------------------|--|
| 10.00 – 10.15 | Innleiing
DISFVA v/ Tobias Dahle |
| 10.15 – 11.15 | Bruk av trykkreduksjonsventilar i vassforsyninga
Gunnar Mosevoll – eige firma |
| 11.15 – 12.00 | Praktiske erfaringar med trykkreduksjonsanlegg –
kva kan gå galt
Ulefos v/ Kristian Drolsum |
| 13.00 – 14.00 | Aktuelle ventilar/utstyr
AVK v/Georg Gloppen
INNVA v/Ivar Åsen
Ulefos v/ Kristian Drolsum |

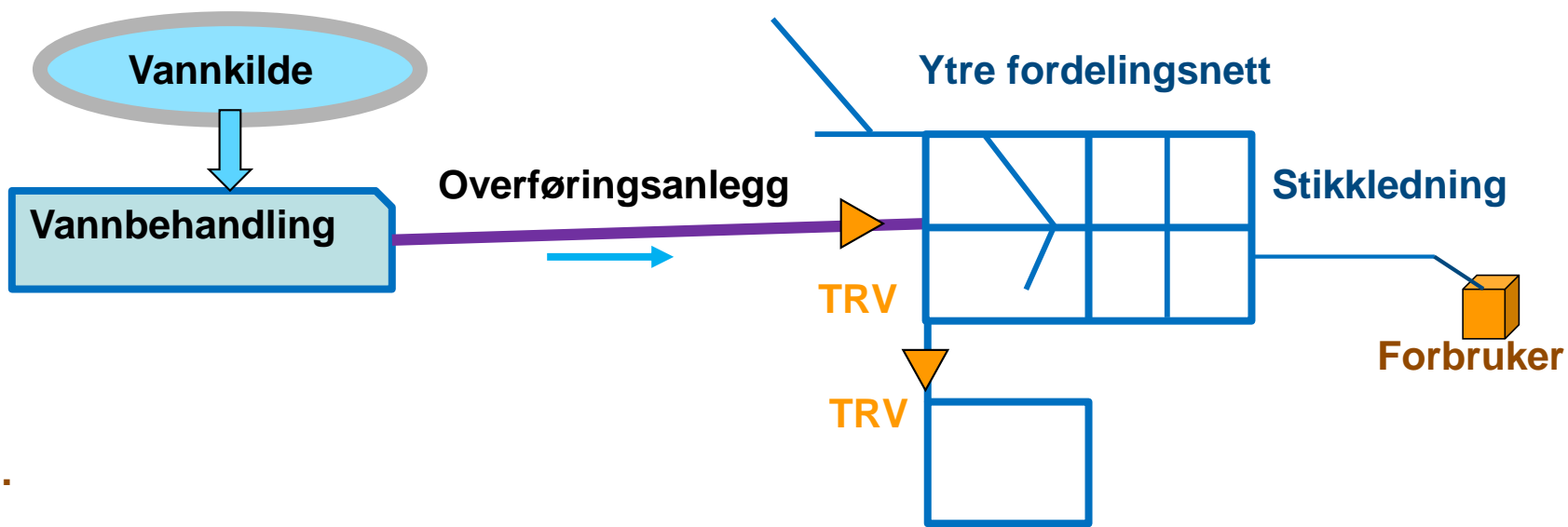
Innhold

1. Plassering av trykkreduksjonsventiler i vannledningsnettet
2. Trykkreduksjonsventiler: Hvordan reduseres vanntrykket ? ► ?
3. Funksjonskrav og risikoreduserende tiltak
4. Hovedtyper av trykkreduksjonsventiler i vanlige vannforsyningsanlegg
5. Om strømningsforhold i trykkreduksjonsventiler
6. Trykkstøt og trykkreduksjonsventiler
7. Noen tiltak som kan øke driftssikkerheten til trykkreduksjonsanlegg
8. Plassering og utforming av trykkreduksjonsanlegg

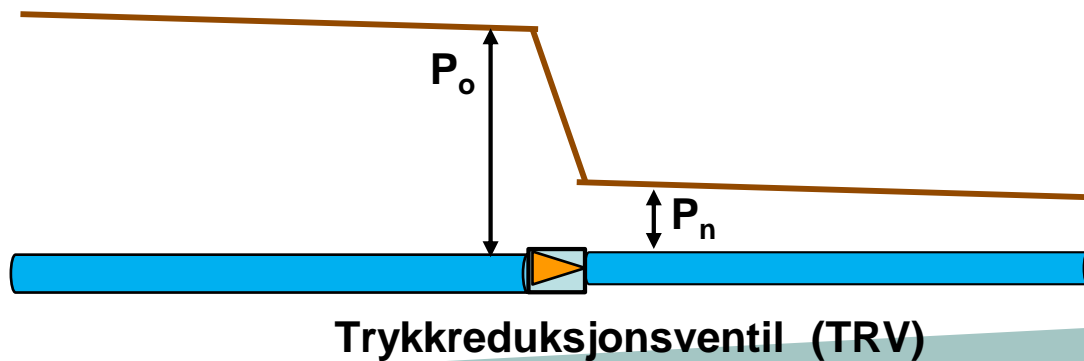
1. Plassering av trykkreduksjonsventiler i vannledningsnett

Vanlige trykkreduksjonsanlegg - plassering i vannforsyningsnettet

Byggeklosser:



I trykkreduksjonsanlegg reduseres vanntrykket.



Vanlige trykkreduksjonsanlegg – noen definisjoner

Definisjoner:

P_o : Vanntrykk like oppstrøms trykkreduksjonsventilen

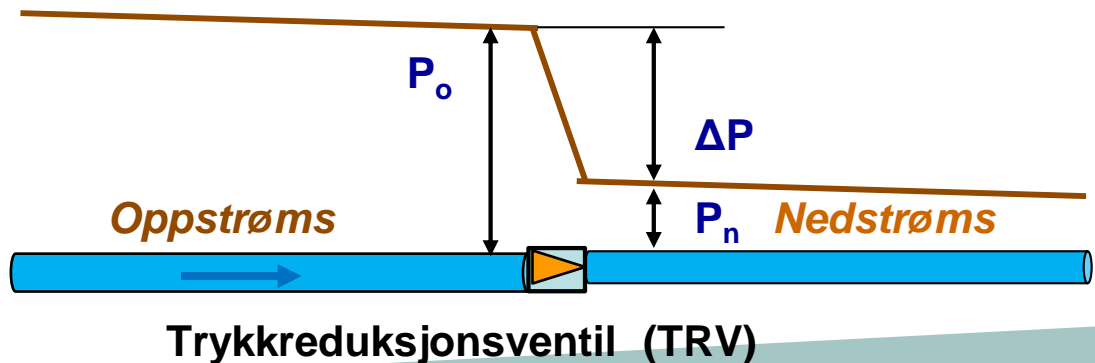
P_n : Vanntrykk like nedstrøms trykkreduksjonsventilen

$\Delta P = P_o - P_n$: Trykkreduksjon i ventilen (bar eller m vannsøyle)

$P_{n \min}$: Laveste, tillatte vanntrykk på nedstrøms side av ventilen

Q_{\max} : Høyeste, tillatte vannføring gjennom ventilen ($m^3/time$)

Q_{\min} : Laveste, tillatte vannføring gjennom ventilen ($m^3/time$)



Trykkreduksjonsventiler i vannledningsnett - formål

Hvorfor reduserer vi vanntrykket ?

- ▶ For å forebygge skader på vannledningsnett
- ▶ For å sikre at arbeid i vannledningskummer er trygt
- ▶ For å forebygge skader på innvendige vannanlegg
- ▶ For å redusere lekkasjetapet

- **Reduksjon i lekkasjetapet:**

- *Fast trykkreduksjon (f.eks. endre trykksonegrenser)*
- *Reduksjon av vanntrykket om natten*

- **Reduksjon i lekkasjetapet skjer to måter:**

- Lekkasje i et hull reduseres:
- Økt tid mellom nye brudd / lekkasjer
- Sprekker og hull vokser saktere

$$Q_{\text{lekk}} = K \times \sqrt{H}$$

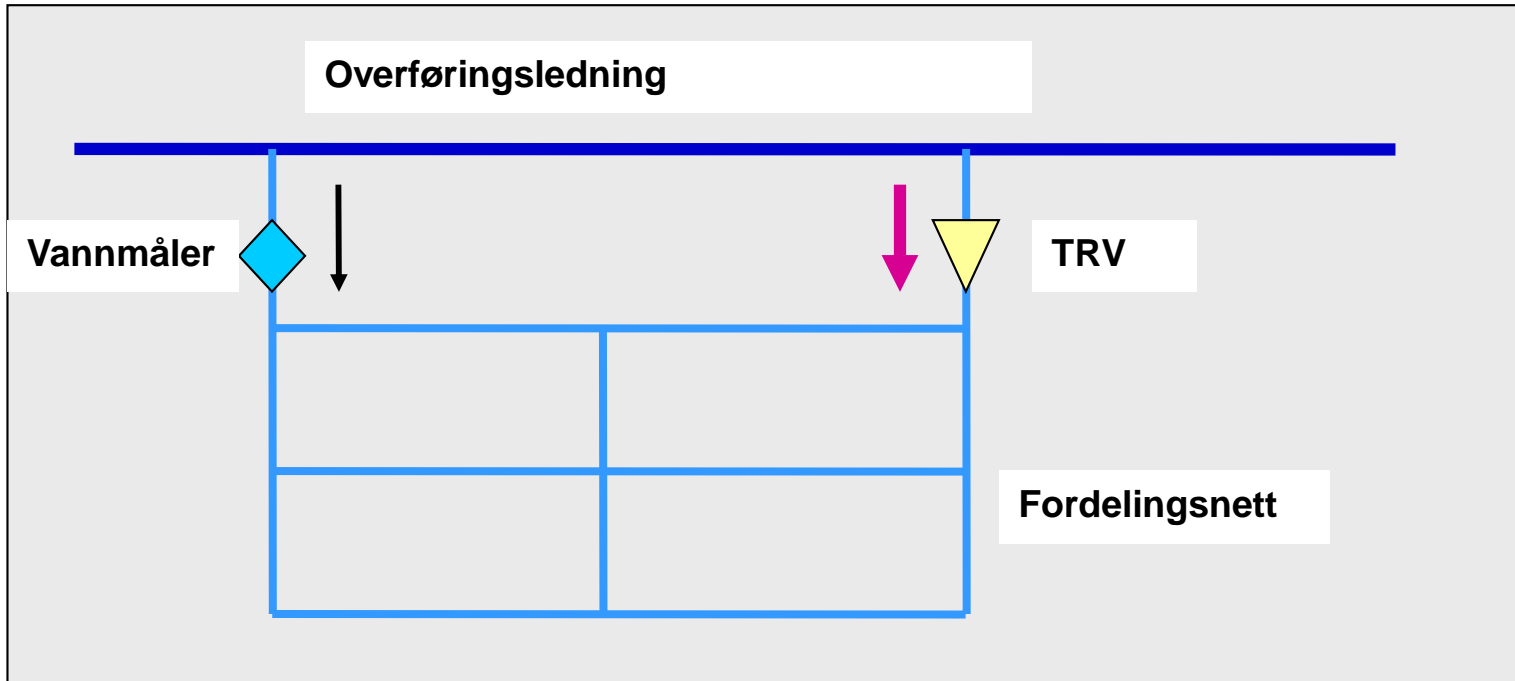
H = vanntrykk i

meter vannsøyle

Annen bruk av trykkreduksjonsventiler - eksempler:

- ▶ **Utforming av vannforsyningssoner slik at vannforbruket kan måles nøyaktig**
- ▶ **I tilfelle alvorlige vannledningsbrudd:
Begrense vannføringen uten at ledningsnettets stenges helt av.**

**Kontinuert overvåkning av vannforbruket i små soner:
Hvordan sikre tilstrekkelig nøyaktig måling av vannforbruket?: Eksempel:**

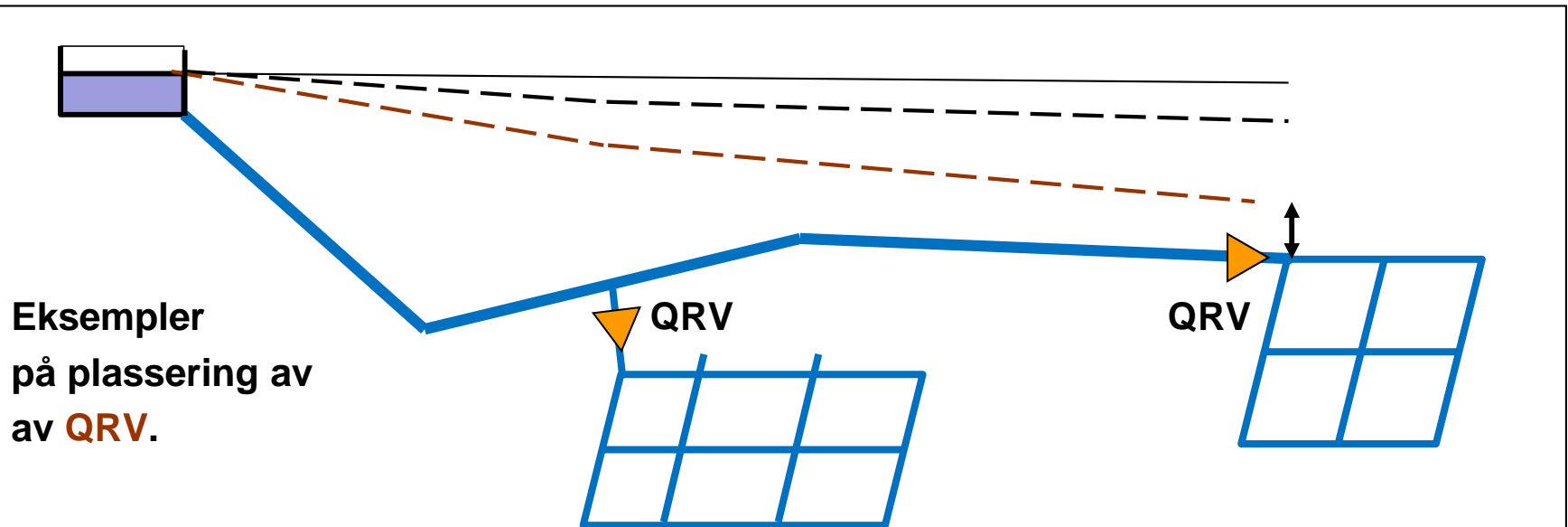


Vanligvis er dette området forsynt gjennom vannmåleren (**trykkreduksjonsventilen (TRV) er stengt**). På denne måten kan lekkasjetapet overvåkes kontinuerlig. Minimum vannforbruk er lavt, og *nøyaktig måling av vannforbruket krever derfor en liten vannmåler.*

Hvis vannforbruket øker pga. vannledningsbrudd eller brannslukking, **åpner trykkreduksjonsventilen (TRV) seg og sørger for nødvendig vannforsyning gjennom den andre ledningen.**

**Ved store vannledningsbrudd:
Begrense vannføring og områder med stor fare for
trykløst vannledningsnett**

Eksempel:



I tilfelle store vannledningsbrudd kan det være aktuelt med «rørbrudds-ventiler» som **begrenser** vannføringen (for å unngå at høydebassenger og hele ledningsnettet tømmes for vann). Derfor: **Ventilen QRV stenger ikke helt.**

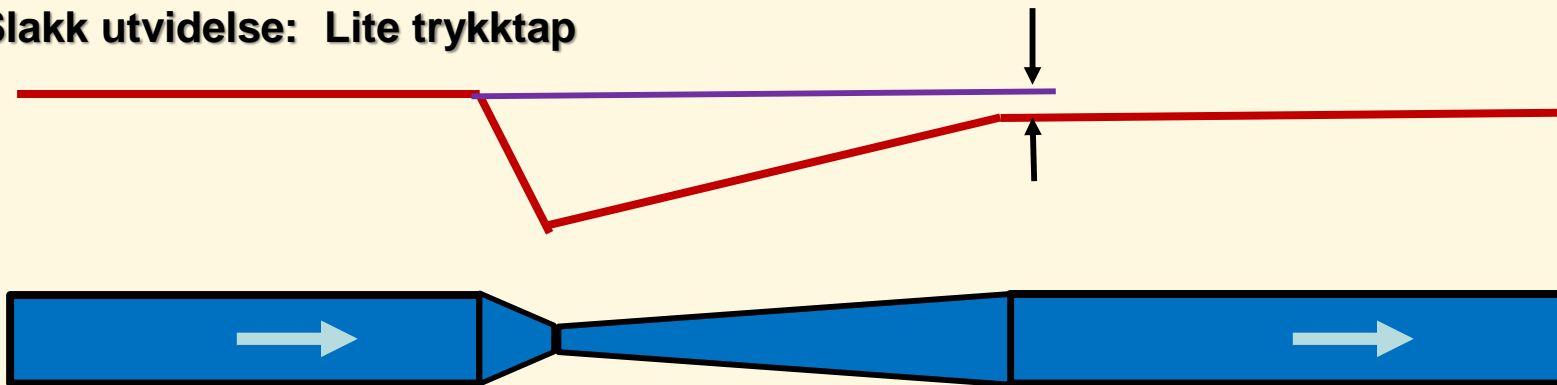
Reguleringsventilen (her kalt QRV) **reduserer vannføringen** når trykket nedstrøms ventilen faller sterkt.

2. Trykkreduksjonsventiler: Hvordan reduseres vanntrykket ?

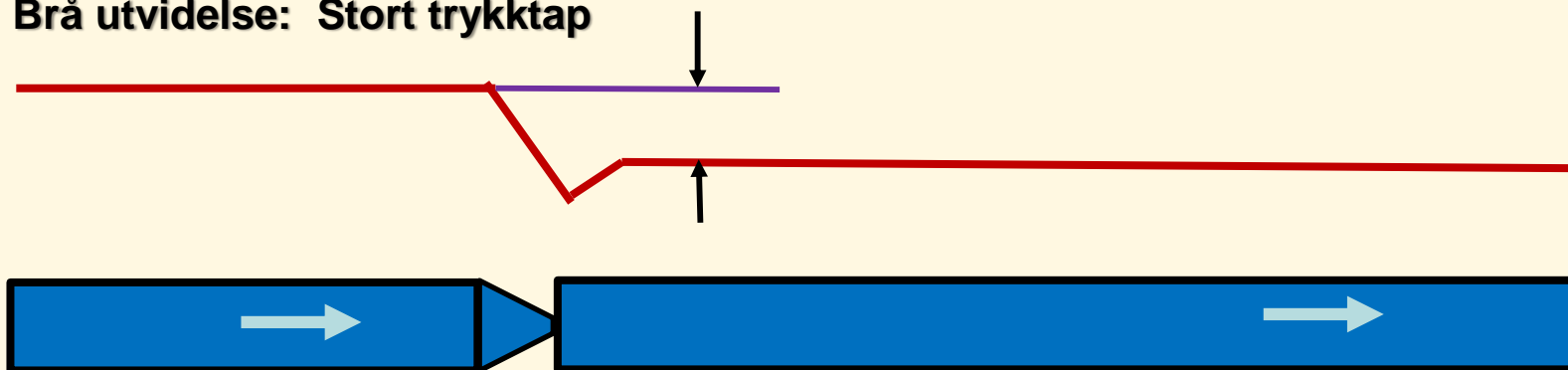
—

Trykkreduksjon - prinsippskisse

Slakk utvidelse: Lite trykktap



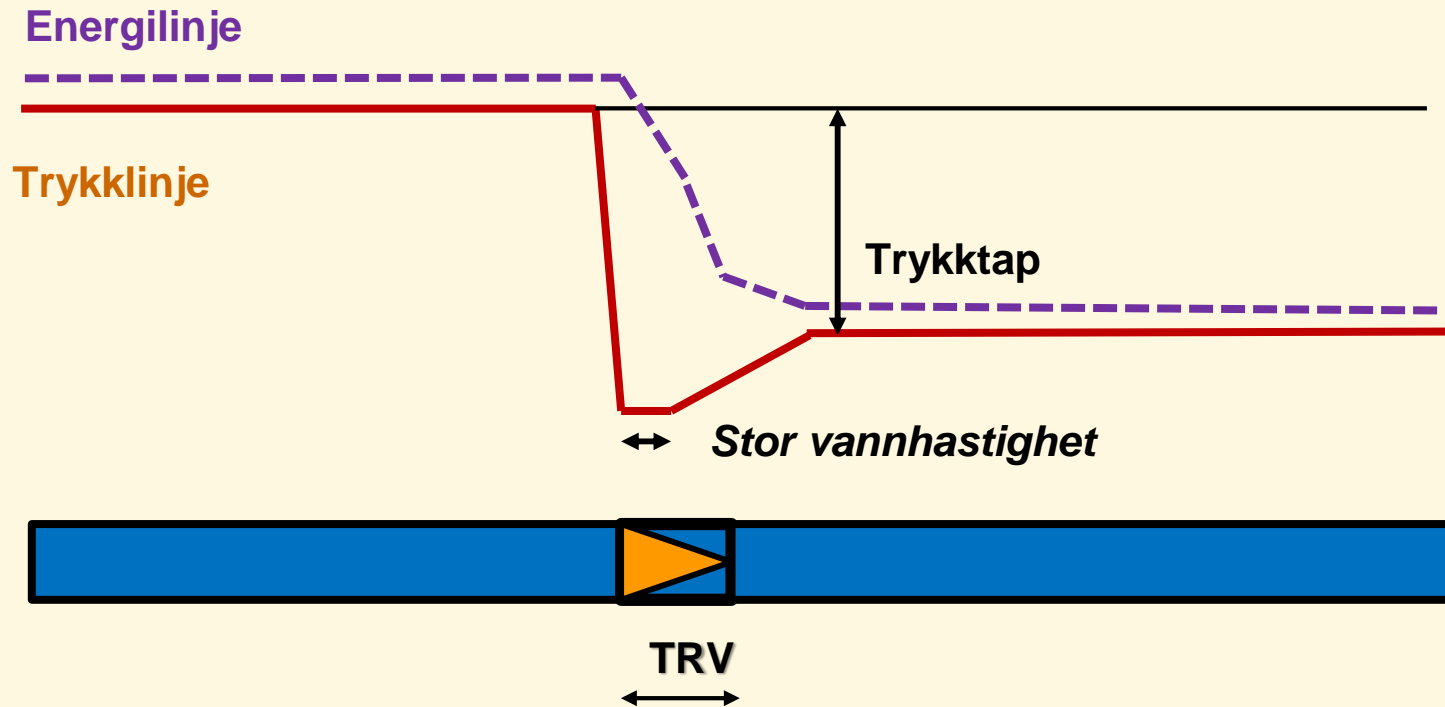
Brå utvidelse: Stort trykktap



Vannhastigheten økes.

Deretter senkes den over kort avstand.

Trykkreduksjonsventil - prinsippskisse



Legg merke til at trykket inne i ventilen er noe lavere enn ved utløpet av ventilen.

3. Funksjonskrav og risikoreduserende tiltak

3.1 Oversikt

- ▶ Funksjonskrav til trykkreduksjonsventiler i vanlige vannforsyningsanlegg
- ▶ Risikoreduserende tiltak for trykkreduksjonsanlegg

3.2 Funksjonskrav til **trykkreduksjonsventiler** i vanlige vannforsyningsanlegg

Kapasitet og driftsområde:

- ▶ Ventilen skal håndtere en stor forskjell mellom største og minste vannføring
- ▶ Trykket i nedstrøms ventilen skal holdes tilnærmet konstant uavhengig av:
 - Trykket på oppstrøms side
 - Vannføringen
(ved laveste dimensjonerende vannføring skal ventilen regulere stabilt)

Driftssikkerhet:

- ▶ Ventilen skal være så rask og stabil at trykkstøt i ledningen ikke forsterkes
- ▶ Skadelig risting skal ikke forekomme (ventilen må forankres godt)
- ▶ Kavitasjon i ventilen tillates ikke
- ▶ Enkelt å skifte ut slidedeler
- ▶ Slidedeler skal holde i minst ?? år

3.3 Risikoreduserende tiltak for trykkreduksjonsanlegg

Utgangspunkt : Trykkreduksjonsventiler kan svikte.

Tiltak som reduserer sannsynligheten for svikt:

- Sil som hindrer at sand og grus kommer fram til ventilen
- Godt driftsområde:
 - Ved lav vannføring: Ventilen «jager» ikke
 - Ikke kavitasjon

Tiltak som reduserer følgene av svikt (f. eks. for høyt nedstrøms trykk)

- ▶ Sikkerhetsventil plassert like nedstrøms trykkreduksjonsventilen
- ▶ Vannforsyningen til en sone fordeles på flere, parallelle ventiler
- ▶ Trykkreduksjonsbasseng

4. Hovedtyper av trykkreduksjonsventiler i vanlige vannforsyningsanlegg

4.1 Oversikt

- DN 50 og oppover

4. 1 Hovedtyper av trykkreduksjonsventiler i vanlige vannforsyningsanlegg – Oversikt

Fabrikant: Cla-Val

► **Seteventiler:**

- DN 50 og oppover
- Trykkreduksjonsventil *uten* hjelpestyring
- Trykkreduksjonsventil *med* hjelpestyring
- Trykkreduksjonsventil *med* hjelpestyring

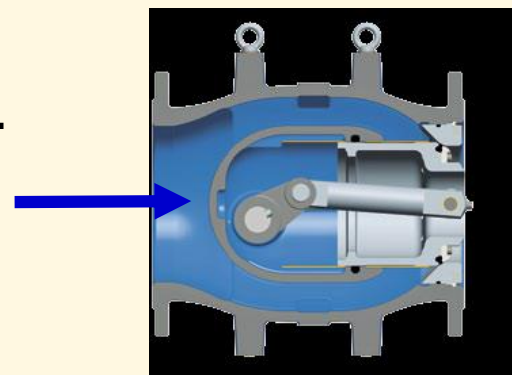


Konstant forhold mellom oppstrøms og nedstrøms trykk

Holder nedstrøms trykk tilnærmet konstant

► **«Nåleventiler» / «ringstempelventil» :**

- Vannstrømmen strupes av en bevegelig «sylinder».
- Hjelpestyring gir stabil regulering
- Egne utgaver som forebygger kavitasjonsskader
- DN 100 og oppover



Fabrikant: Erhardt

Ventiltipe og trykkreduksjon I

► Seteventiler:

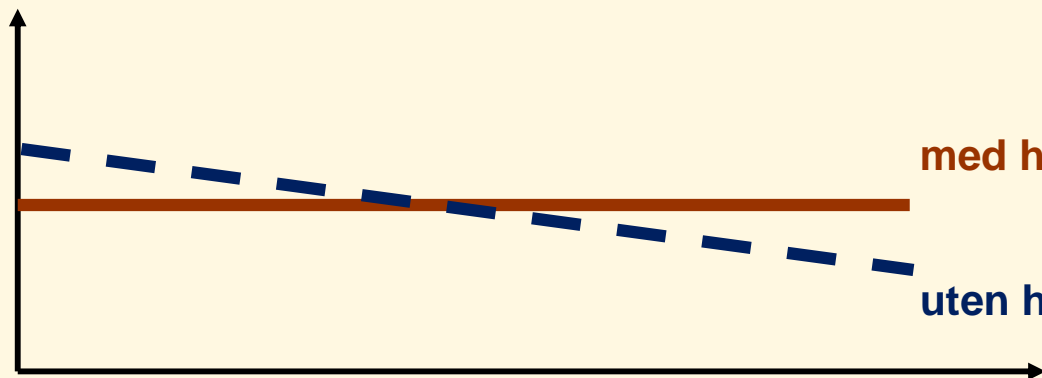
- Trykkreduksjonsventil *uten* hjelpestyring
- Trykkreduksjonsventil *med* hjelpestyring

Nedstrøms trykk faller med økende vannføring

Holder nedstrøms trykk tilnærmet konstant

Nesten alle trykkreduksjonsventiler på hovedvannledninger har hjelpestyring.

Nedstrøms
vanntrykk



Prinsskisse

med hjelpestyring

uten hjelpestyring

Vannføring

Ventiltipe og trykkreduksjon II

► Seteventiler:

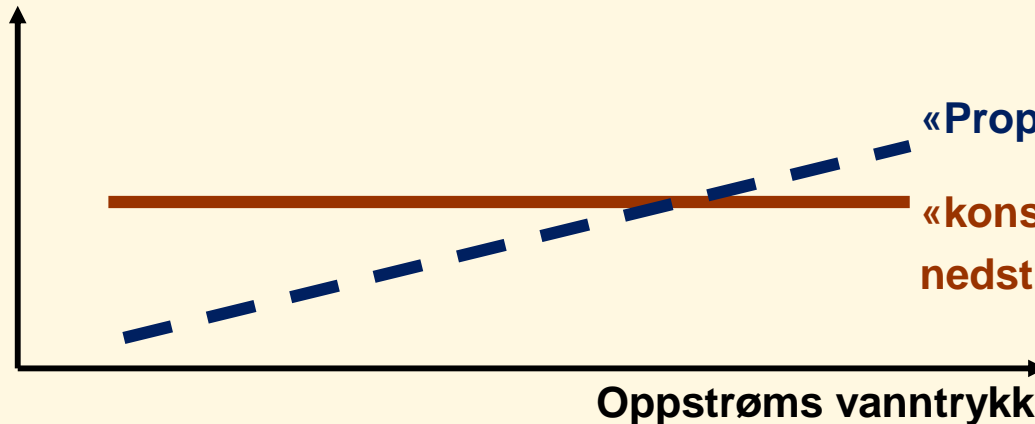
- Trykkreduksjonsventil *med* hjelpestyring

*Holder nedstrøms trykk
tilnærmet konstant*

- Trykkreduksjonsventil *med* hjelpestyring

*Konstant forhold mellom
oppstrøms og nedstrøms trykk
(«proporsjonal»
trykkreduksjonsventil)*

Nedstrøms
vanntrykk



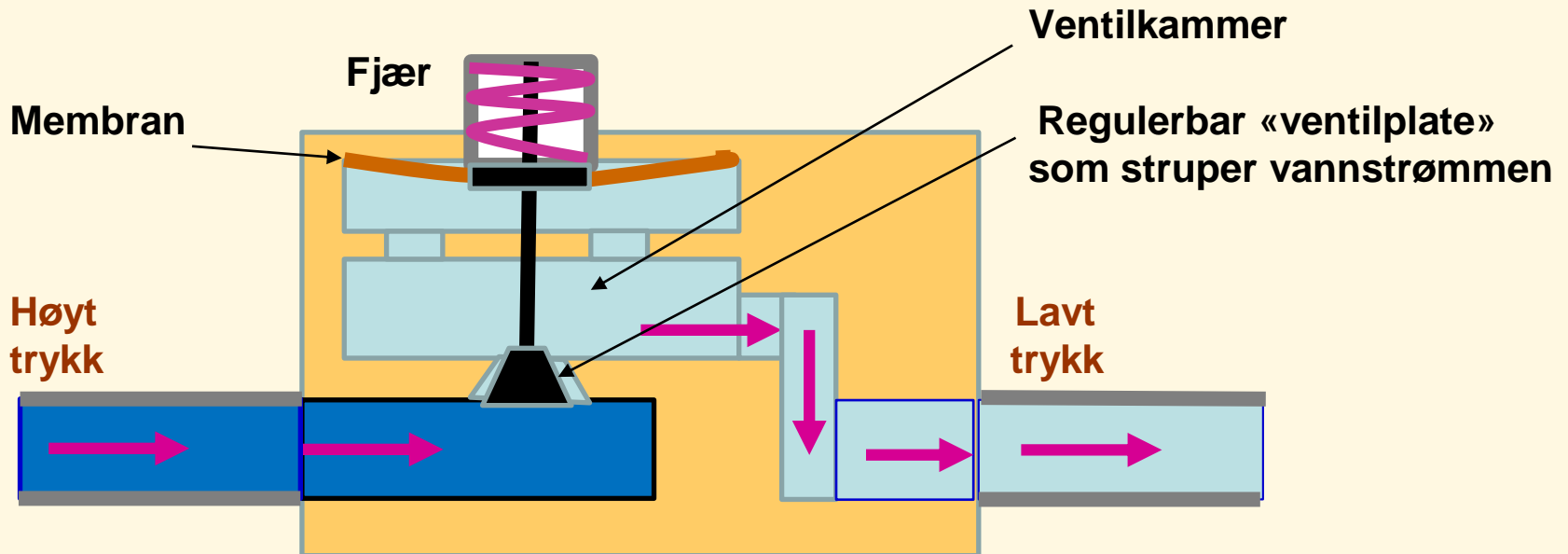
Prinsippskisse

«Proporsjonal»

«konstant
nedstrøms trykk»

4.2 Prinsippskisse for trykkreduksjonsventil *uten* hjelpestyring (forenklet)

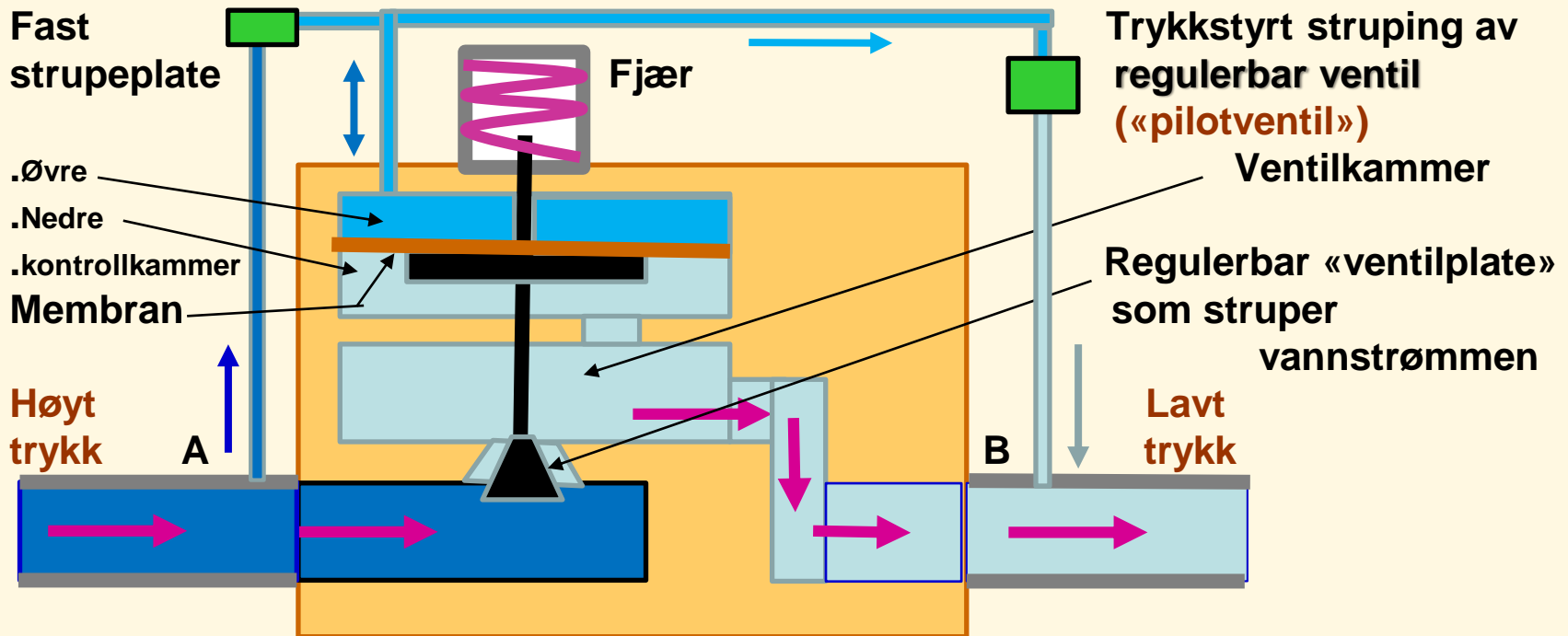
Seteventil:



Når trykket i ventilkammeret synker, presser fjæra den regulerbare «ventilplata» nedover. Ventilen åpner da mer, og mer vann slippes gjennom. Dermed øker trykket i ventilkammeret igjen.

Når vannføringen varierer, klarer ikke ventilen å holde nedstrøms trykk konstant.

4.3 Prinsippskisse for trykkreduksjonsventil *med* hjelpestyring (forenklet) – *Konstant trykk nedstrøms.*



Det strømmer alltid vann i det tynne røret av A til B. Rørledningen har én fast struping og én trykkstyrt struping . **Den trykkstyrte strupingen holder nedstrøms trykk konstant uavhengig av vannføringen.** Ventilen regulerer raskt.

Fjær er ikke nødvendig for trykkreduksjon !

Typisk eksempel på trykkreduksjonsventil *med* hjelpestyring

Seteventil

Kontrollkamre

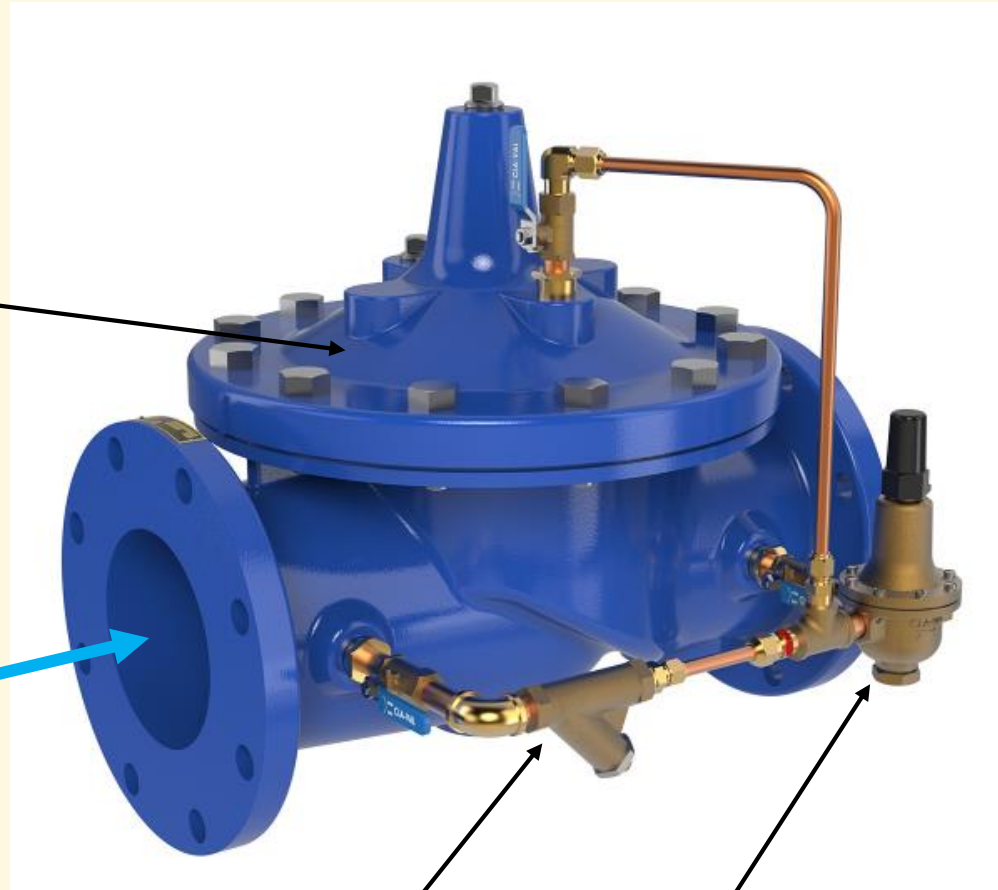
Høyt trykk

Lavt trykk

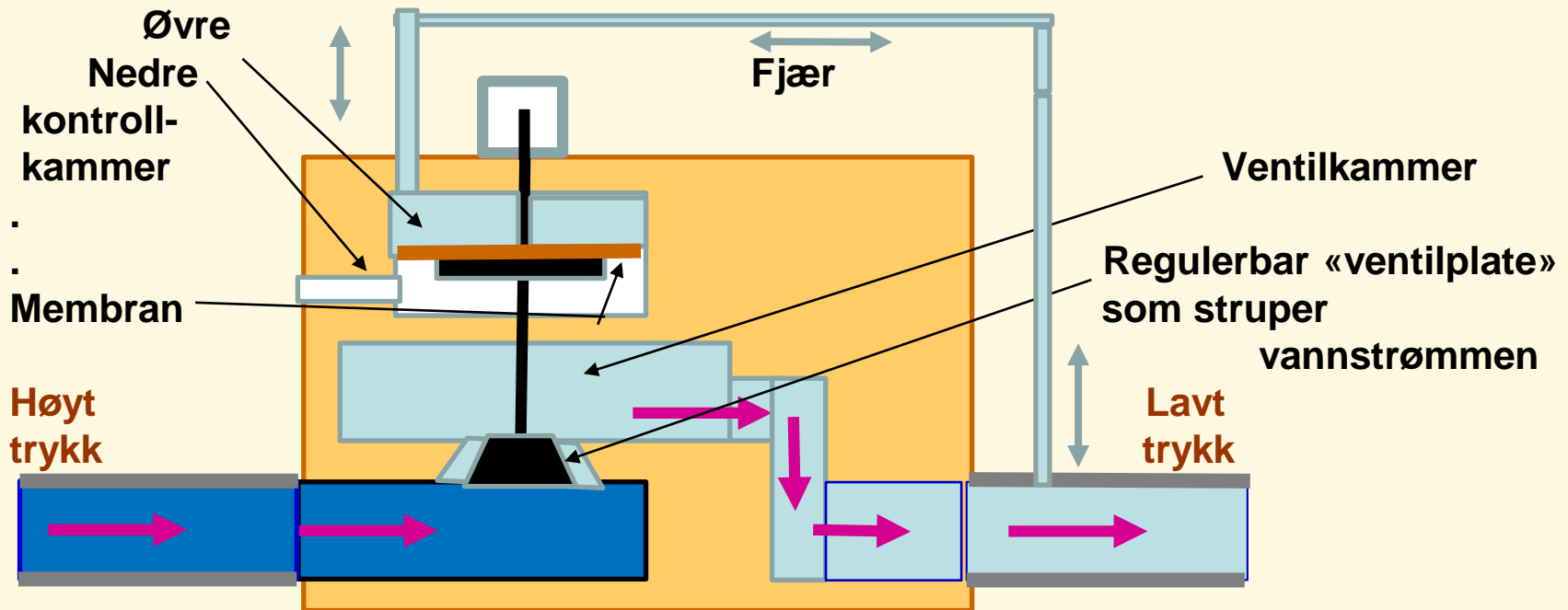
Fast struping

Trykkstyrt struping

Fabrikant: Cla-Val



4.4 Prinsippskisse for trykkreduksjonsventil *med* hjelpestyring (forenklet) – *Konstant forhold mellom oppstrøms og nedstrøms trykk («proporsjonal»)*



Et tynt rør forbinder øvre kontrollkammer og nedstrøms side av ventilen. Vi har derfor samme trykk i øvre kontrollkammer som på nedstrøms side av ventilen.

Netto trykk-kraft på den regulerbare «ventilplaten» balanserer trykk-kraften på øvre side av membranen i kontrollkamrene.

Det er et fast arealforhold mellom membranen og den regulerbare «ventilplaten». **Samlet gir dette et fast forhold mellom oppstrøms og nedstrøms trykk – uavhengig av vannføringen.**

4.5 Trykkreduksjonsventil *med* hjelpestyring: Vanntrykk-drevet eller elektronisk drevet

Hvis hjelpestyringen er **elektronisk drevet**, kan nedstrøms trykk reguleres svært nøyaktig.

F.eks. **nattsinking av vanntrykket** er mulig. Dette gir redusert lekkasjetap. Nattsinkingen må være overstyrt av f.eks. Behovet for vann til brannslukking.

Driftssikkerhet ?

Hvor lange brudd i strømforsyningen tåles ?

5. Om strømningsforhold i trykkreduksjonsventiler

5.1 Oversikt

- ▶ Ventilen skal håndtere en stor forskjell mellom største og minste vannføring
- ▶ Kavitasjon
- ▶ Trykktap / vannføring og kavitasjonskontroll

5.2 Ventilen skal håndtere en stor forskjell mellom største og minste vannføring

Ustabil strømning i smale spalter og minste tillate vannføring

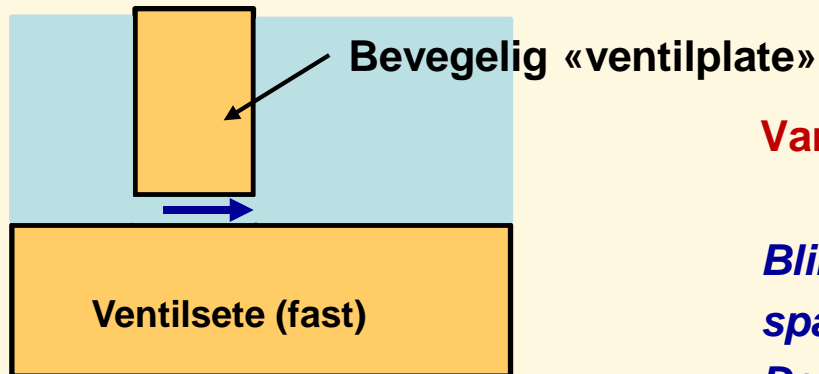
Ustabil strømning i smale spalter og minste tillatte vannføring

Vannforbruket i en trykksone kan variere mellom

f.eks. 5 m³/time (minimum nattforbruk) og

100 m³/time (vanlig dagforbruk +
brannslukking (20 liter/sekund - 72 m³ /time)

Ved lave vannføringer vil vannet strømme gjennom en **smal** spalte:



Vanligvis: Jo mindre vannføring, desto smalere blir spalten.

Blir spalten for smal, blir strømningen i spalten ustabil.

Den bevegelige ventilplata kan da bli satt i svingninger.

Store svingninger kan skade ventilen, og det må unngås.

Ventilfabrikantene har en rekke knep for å hindre svingninger.

Ventilfabrikantene oppgir en **nedre**, tillatt vannføring.

Ventilen skal håndtere en stor forskjell mellom største og minste vannføring

Seteventiler:

Vannforbruket i en trykksone kan variere mellom

f.eks. 5 m³/time (minimum nattforbruk) og

100 m³/time (vanlig dagforbruk + brannslukking (20 liter/sekund))

Jo mindre ventildiameter, desto lavere blir **nedre**, tillatte vannføring.

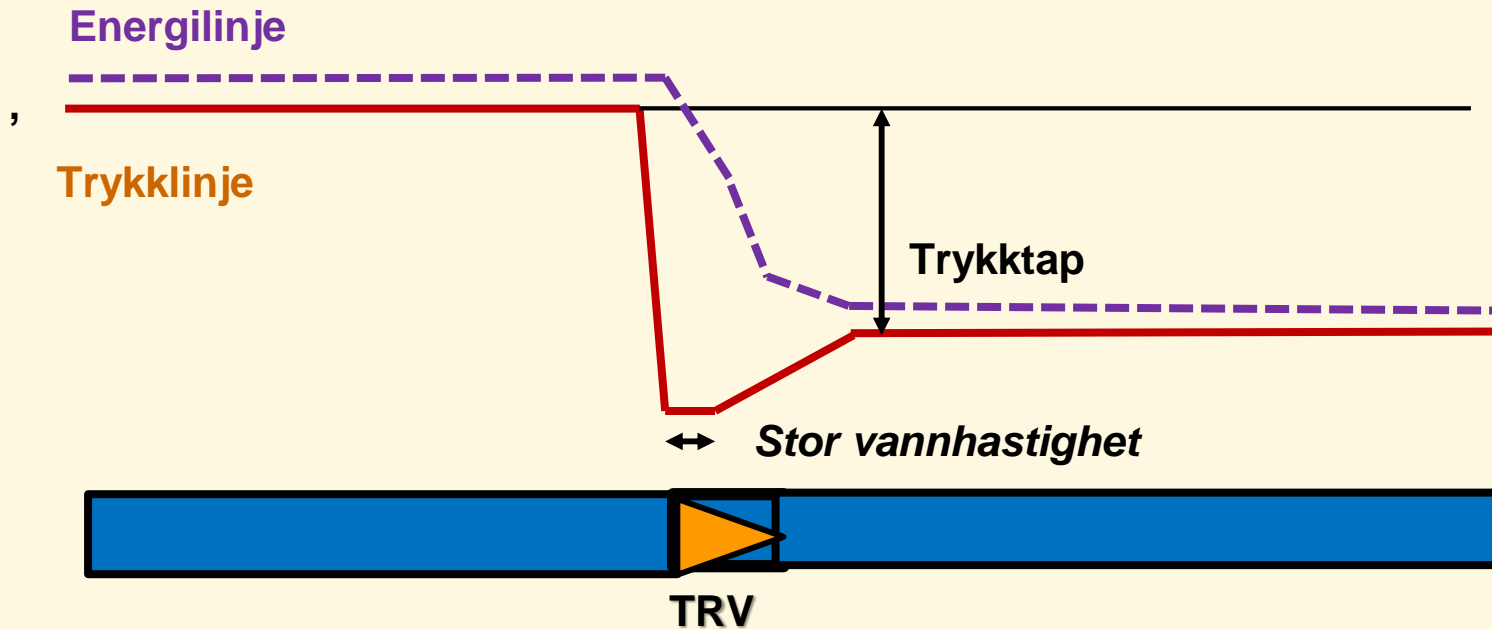
Trykkreduksjonsventiler har stor **kapasitet**
(**øvre, tillatte vannføring over lang tid**).

*Det er derfor ikke uvanlig at et fordelingsnett med DN 150
forsynes av 1 trykkreduksjonsventil med DN 80
eller 2 ventiler med DN 65 (i parallell).*

Foto: Hovedledning: DN 150
Trykkreduksjonsventil: DN 80



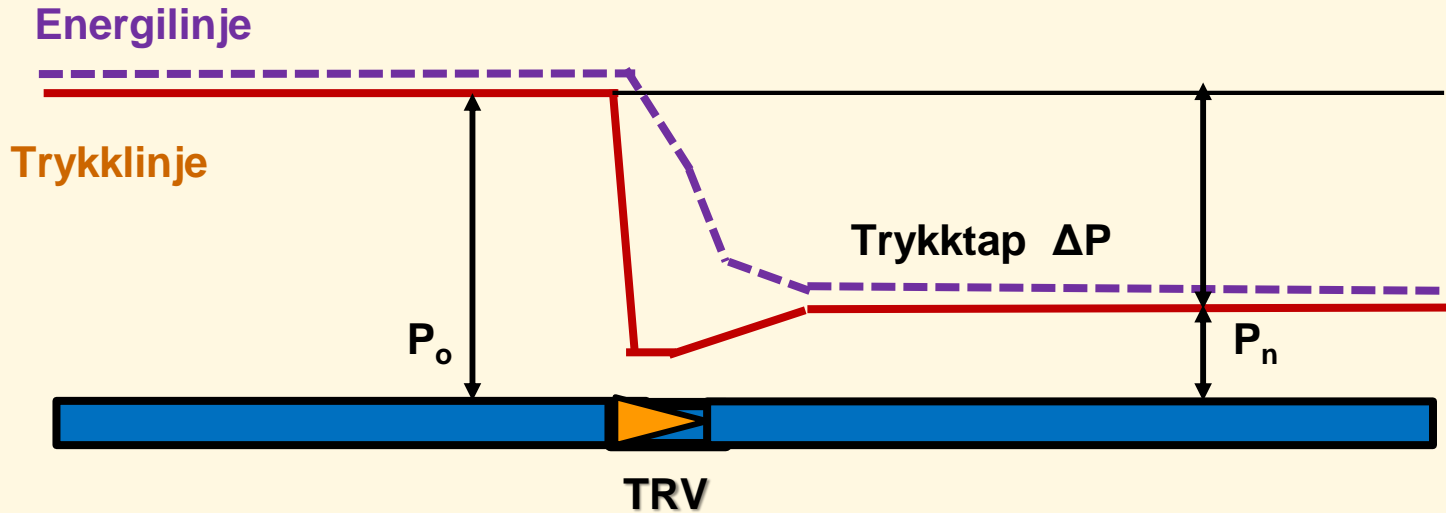
5.3 Kavitasjon i trykkreduksjonsventil



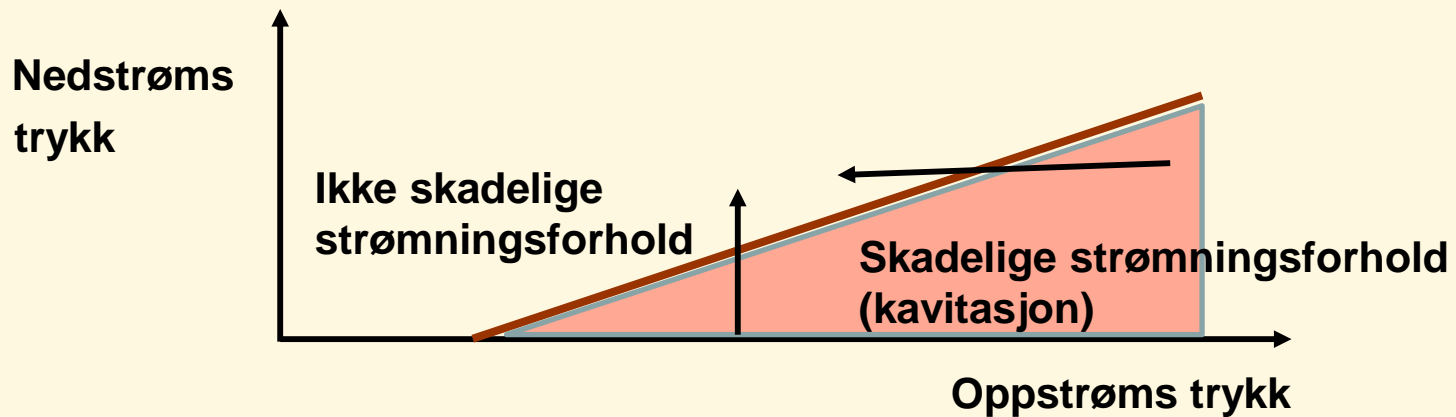
Trykket i en trykkreduksjonsventil kan falle til vannets damptrykk. Det dannes da små **vanndampbobler** i vannet. Vanndampboblene følger vannstrømmen mot utløpet og høyere trykk. Der klapper dampboblene sammen, og vi kan få «kavitasjons-erosjon i metallflater mellom den beveglige ventilplaten og utløpet av ventilhuset.

Kavitasjonserosjon kan skade ventilen alvorlig.

Trykkreduksjonsventil: Grenser for kavitasjon



Unngå kavitasjon: Senke oppstrøms trykk og/eller øke nedstrøms trykk



5.4 Trykktap / vannføring og kavitasjonskontroll

Sammenhengen mellom vannføring (Q) og trykktap (ΔP) i en fullt åpen ventil:

$$\Delta P = (Q/K_v)^2 \quad (\text{bar})$$

der: Q = vannføring (m^3/time)

K_v = vannføringskoeffesient (vannføring (m^3/time) ved trykktap 1,0 bar)

Eksempel:

Trykktap: $K_v = 55$ (oppgis av ventilprodusent)

$$Q = 110 \text{ m}^3/\text{time}$$

$$\Delta P = (110/55)^2 = 4,0 \text{ bar (omtrent 40 m vannsøyle)}$$

Kavitasjons-

kontroll: *Oppstrøms trykk:* $P_o = 6 \text{ bar}$

$$\text{Nedstrøms trykk: } P_n = P_o - \Delta P = 6 - 4 = 2,0 \text{ bar}$$

Nødvendig trykk nedstrøms

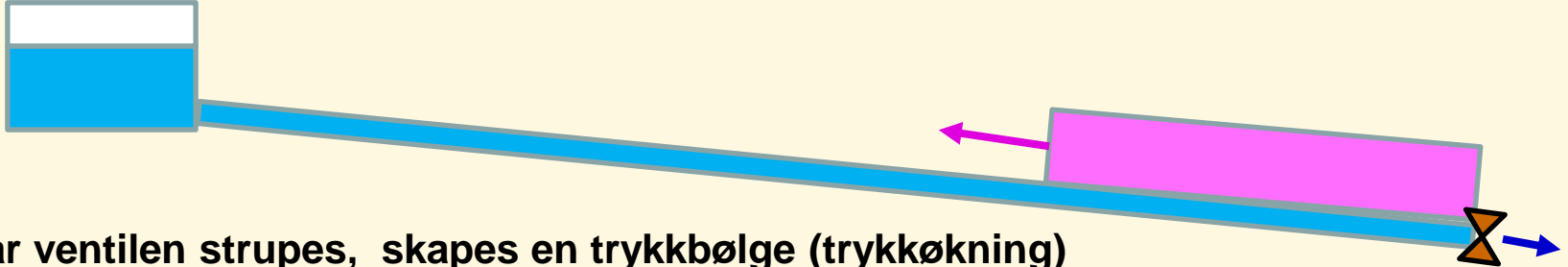
for å unngå kavitasjon: 1,5 bar (oppgis av ventilprodusent).

OK.

6. Trykkstøt og trykkreduksjonsventiler

- ▶ Trykkstøt «går gjennom» trykkreduksjonsventiler.
- ▶ Tiltak som hindrer at trykkstøt som forsterkes i trykkreduksjonsventiler.

Endring av vannføring og trykkstøt

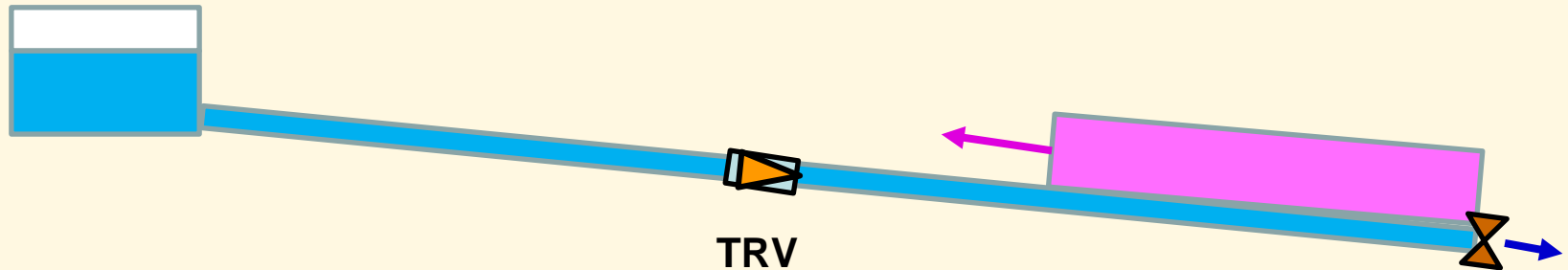


Når ventilen strupes, skapes en trykkbølge (trykkøkning) som går mot høydebassenget.

Trykkbølgens høyde (ΔP_{ts}) er proporsjonal med *endringen i vannhastighet* (ΔU):

$$\Delta P_{ts} = K \times \Delta U$$

Endring av vannføring og trykkstøt

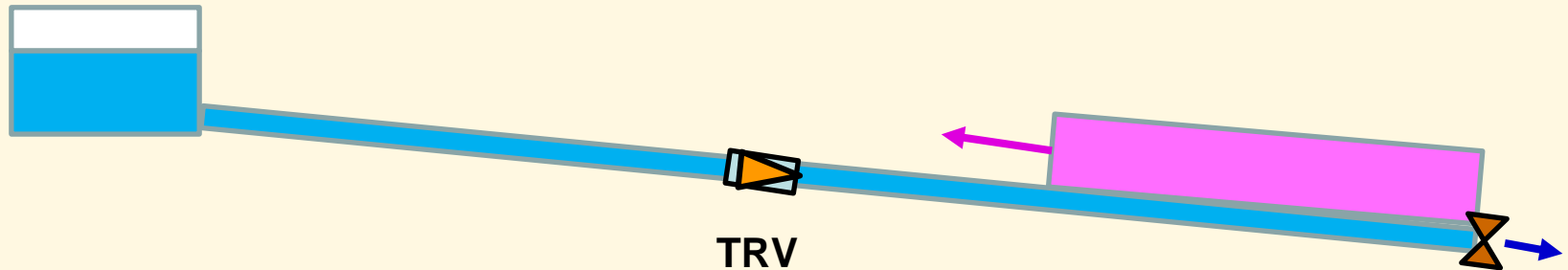


Dersom det plasseres en **ideel** trykkreduksjonsventil på ledningen, vil trykkbølgen gå nesten uendret gjennom ventilen. Trykkreduksjonsventilen vil her lukke i samsvar med reduksjonen i vannføring.

En **virkelig** ventil vil ikke lukke raskt nok og jevnt nok, og det vil derfor dannes ekstra trykkstøt.

Det er viktig at ventilen ikke «jager», dvs. at ventilplaten ikke går opp og ned. Ved «jaging» beveger den regulerbare ventilplaten seg i takt med en av egenfrekvensene for trykkbølgen i rørledningen. Vi får da «tilbakekoplet» svingning av ventilplata. **Trykkstøtene kan da øke vesentlig.**

Tiltak som stabiliserer reguleringen av ventilen

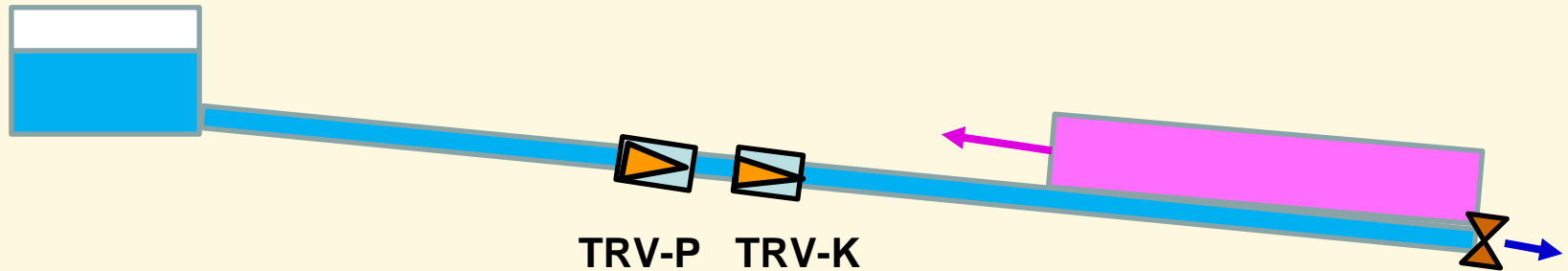


Moderne trykkreduksjonsventiler med hjelpestyring har innebygget en rekke «knep» som gir stabil regulering av ventilen.

Særlig hvis trykkreduksjonen er stor, kan det være vanskelig tid å finne riktig ventilstilling etter en stor endring av vannføringen.

Dette gjelder særlig når vannføringen er liten.

Tiltak som stabiliserer reguleringen av ventilen



Moderne trykkreduksjonsventiler med hjelpestyring har innebygget en rekke «kneper» som gir stabil regulering av ventilen.

Særlig hvis trykkreduksjonen er stor, kan det være vanskelig å unngå jaging.

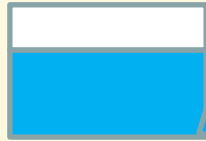
I mange tilfeller kan jaging unngås ved å sette inn to ventiler i serie:

Oppstrøms: TRV med proporsjonal regulering
(konstant forhold mellom oppstrøms og nedstrøms trykk)

Nedstrøms: TRV med konstant nedstrøms trykk.

Disse to ventilene reagerer forskjellig på trykkendringer i ledningen, og det reduserer faren for *tilbakekopling* mellom trykkstøt i ledningen og ventilbevegelesene.

Tiltak som stabiliserer reguleringen av ventilen

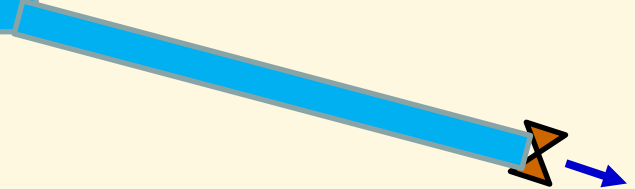


Trykkreduksjonsbasseng reduserer faren for «jaging» av ventilen.

TRV



Trykkreduksjonsbasseng



Trykkreduksjonsventilen reguleres av vannstanden i bassenget,

Bassenget har så stor vannflate at åpningen i trykkreduksjonsventilen endrer seg sakte. Dvs. god regulering av ventilen,

Trykkreduksjonsventilen har her lavt trykk på nedstrøms side.

Det må derfor velges ventil som tåler lavt trykk nedstrøms uten å kavitere.

Trykkreduksjonsbassenget må utformes slik at

luft ikke dras inn i ledningen nedstrøms bassenget.

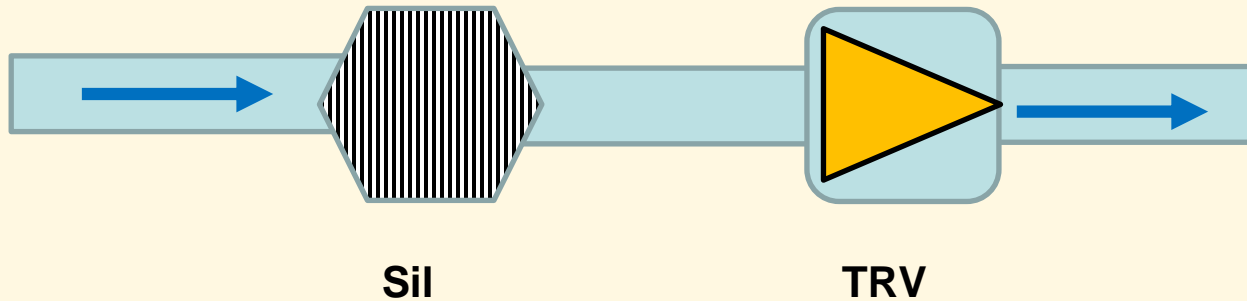
Kan vindkjel brukes i stedet for trykkreduksjonsbasseng ?

7. Noen tiltak som kan øke driftssikkerheten til trykkreduksjonsanlegg

- ▶ Sil
- ▶ Sikkerhetsventil
- ▶ Flere, parallelle trykkreduksjonsventiler

Sil som hindrer at sand og grus kommer inn i trykkreduksjonsventiler

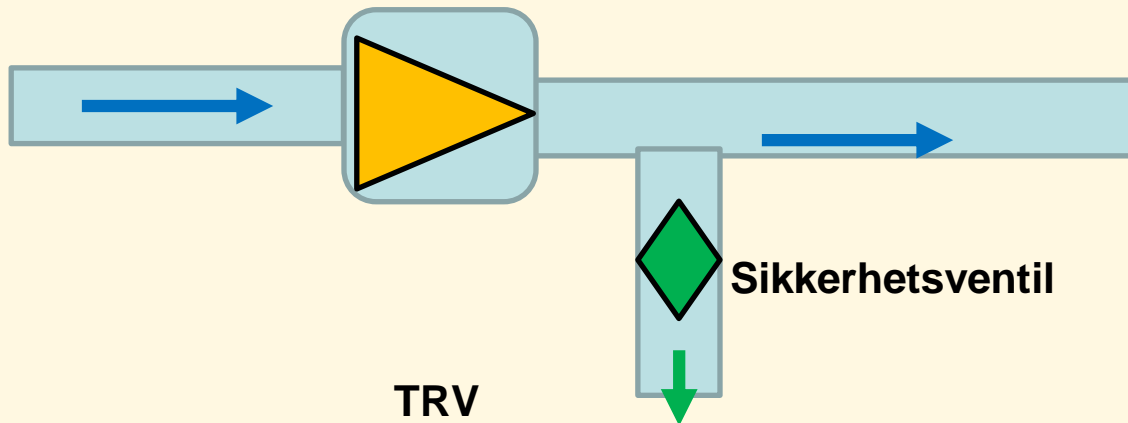
Sil hindrer at ventilen låses i en for stor åpning (og dermed at nedstrøms trykk blir for høyt).



Hvor mye er sil brukt ?

Sikkerhetsventil som hindrer at feil ved trykkreduksjonsventilen gir for høyt trykk

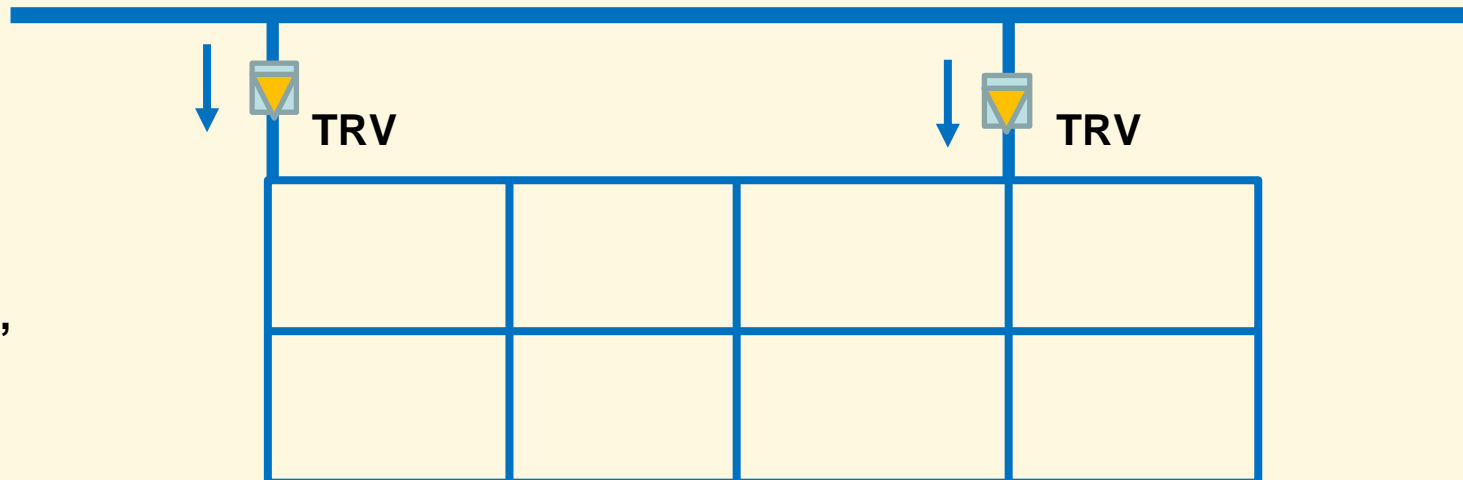
Sikkerhetsventil hindrer at en feil ved trykkreduksjonsventilen fører til at nedstrøms trykk blir for høyt).



Hvor mye er sikkerhetsventil brukt ?

8.Plassering og utforming av trykkreduksjonsanlegg

- Vannforsyningen til en sone fordeles på flere, parallelle ventiler

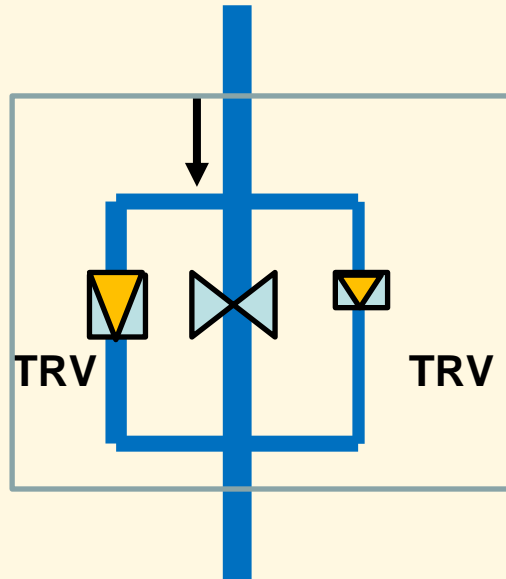


Når det bare er én ventil i hvert anlegg:
Ved vedlikehold på det ene anlegget,
leverer det andre anlegget vanlig vannforsyning.



Vannforsyningen til en sone fordeles på flere, parallelle ventiler

To ventiler i ett trykkreduksjonsanlegg - alternativ til to trykkreduksjonsanlegg for *en sone med lite vannforbruk*:



En stor og en liten ventil i samme anlegg;
Denne lille ventilen opprettholder vannforsyningen
mens den store ventilen skiftes.

