

Trykkavløp i et bærekraftsperspektiv

Små terrenginngrep, lite massetransport, grunne grøfter, men hva med energiforbruket?

Rune Myra,
Utviklingsansvarlig VANN
sivilingeniør VMT

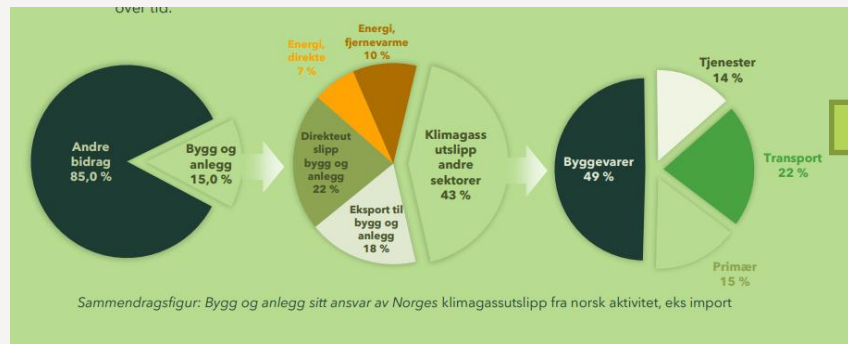
1

28 SEPTEMBER 2022
VANNPRISSEMINARET 2022- TRYKKAVLØP OG
BÆREKRAFT

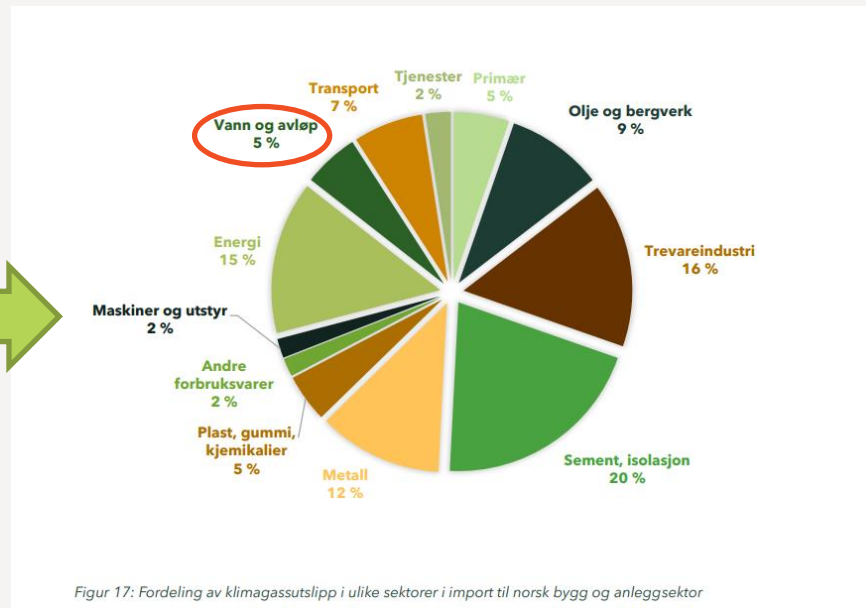


Klimagassutslipp– Bygg og anlegg

- > Varierende tall: 14,7 til 15,7 millioner tonn CO₂
- > Vann og avløp 5% 0,8 millioner CO₂
- > Tilsvarende ca. 100 000 nordmenn (7,6 tonn CO₂ per innbygger)



[HTTPS://BYGGALLIANSEN.NO/KUNNSKAPSSENTER/PUBLIKASJONER/INFOPAKKEKLIMAKJEMPEN/](https://byggalliansen.no/kunnskapssenter/publikasjoner/infopakkeklimakjempen/)



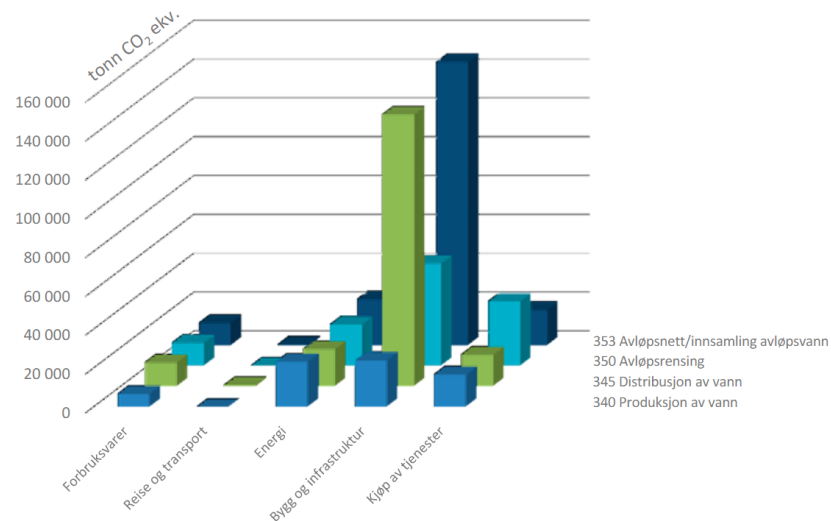
[HTTPS://WWW.EBA.NO/SITEASSETS/DOKUMENTER/RAPPORTER-OG-PUBLIKASJONER/RAPPORT-BYGG-OG-ANLEGG-ENDELIG.PDF](https://www.eba.no/siteassets/dokumenter/rapporter-og-publikasjoner/rapport-bygg-og-anlegg-enelig.pdf)

[HTTPS://ENERGIOGKLIMA.NO/KLIMAVAKTEN/UTSLIPP-PER-INNBYGGER/#:~:TEXT=AV%20ALLE%20KLIMAGASSER,-CO2%20UTSLIPP%20PER%20INNBYGGER,1%20C8%20TONN%20PER%20INNBYGGER.](https://energiogklima.no/klimavakten/utslipp-per-innbygger/#:~:text=AV%20ALLE%20KLIMAGASSER,-CO2%20UTSLIPP%20PER%20INNBYGGER,1%20C8%20TONN%20PER%20INNBYGGER.)

Klimafot avtrykk VA bransjen

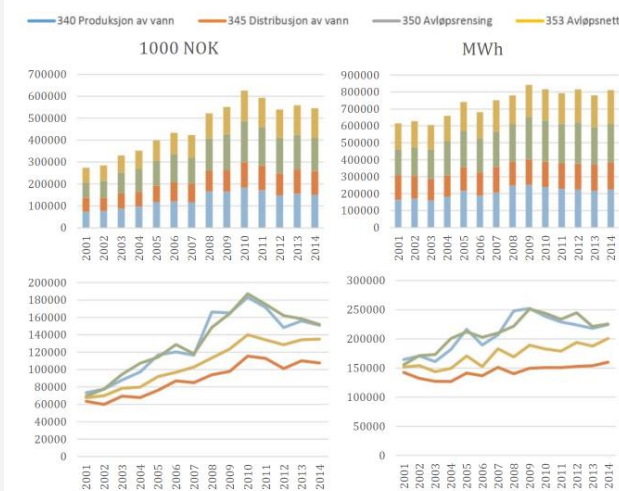
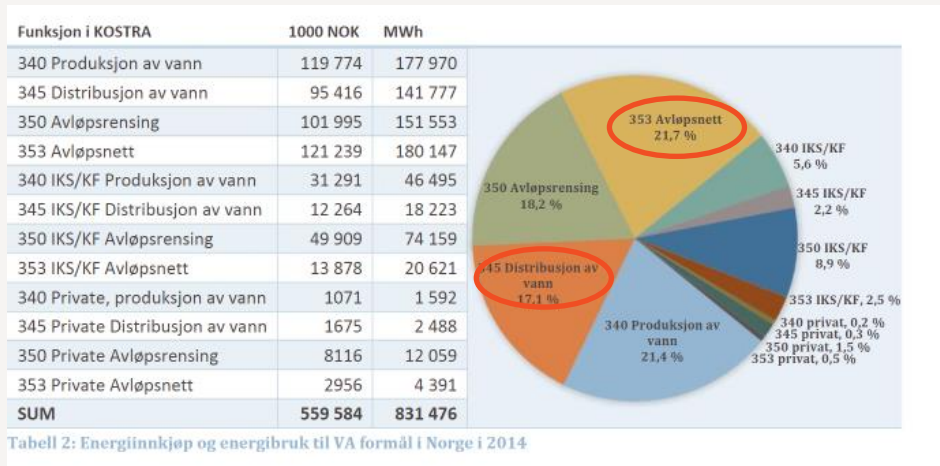
- Den kommunale delen av vannbransjen utgjorde i 2016 om lag 0,6 millioner tonn CO₂ ekvivalenter
- Over 10 % av det totale fotavtrykket av kommunal virksomhet.
- Avløpsnett- 140 000 tonn CO₂ ekv.
- Distribusjon av vann- 127 000 tonn
- Energi 15-20 000 tonn per sektor.

Fordeling av klimafotavtrykk i kommunal vannbransje, 2016



Energiforbruk VA

- > 831 Gwh = 11% av energibruk i kommunal virksomhet



Figur 2: utvikling i utgifter til energi (venstre) og energibruk (høyre) i perioden 2001-2014

Hva er et trykkavløpssystem?

- > Trykkavløp er et avløpssystem som benytter seg av små pumper hos hver abonnent (hus, hytte) eller mindre pumpestasjoner for flere abonnenter
- > Avløpssvannet pumpes inn på en pumpeledning som er felles for flere pumpestasjoner, og som leder til en felles pumpestasjon, et renseanlegg eller et selvføllssystem.



[HTTPS://WWW.SULZER.COM/-/MEDIA/FILES/APPLICATIONS/WATER-WASTEWATER/MUNICIPAL-WASTEWATER/BROCHURES/TRYKKAVLØP_E10779_NO.PDF?LA=NB-NO](https://www.sulzer.com/-/media/files/applications/water-wastewater/municipal-wastewater/brochures/trykkavløp_E10779_NO.PDF?LA=NB-NO)

- > NS-EN1671 «Utvendige trykkavløpssystem»
- > VA/miljø-blad nr. 66 «Trykkavløp. Dimensjonering og utforming»
- > VA/Miljø-blad nr. 67 «Trykkavløp. Drift»

COWI

Bruk av trykkavløpssystem

- Sentrale elementer er pumper, ledninger, tilbakeslagsventiler, luftinnsugingsventiler, avstengningsventiler, ledningskopplinger (T-rør, Y-rør) og trykkutløsningskummen.
- Systemet «ser bort fra» topografien i terrenget og **pumper spillvann inkludert gass/luft både i motbakke og utforbakke i traseer på land og i sjøen**. Systemet bryter med "god latin" i VA- teknikken, men viser seg i praksis å være velfungerende når det dimensjoneres og bygges på en riktig måte.



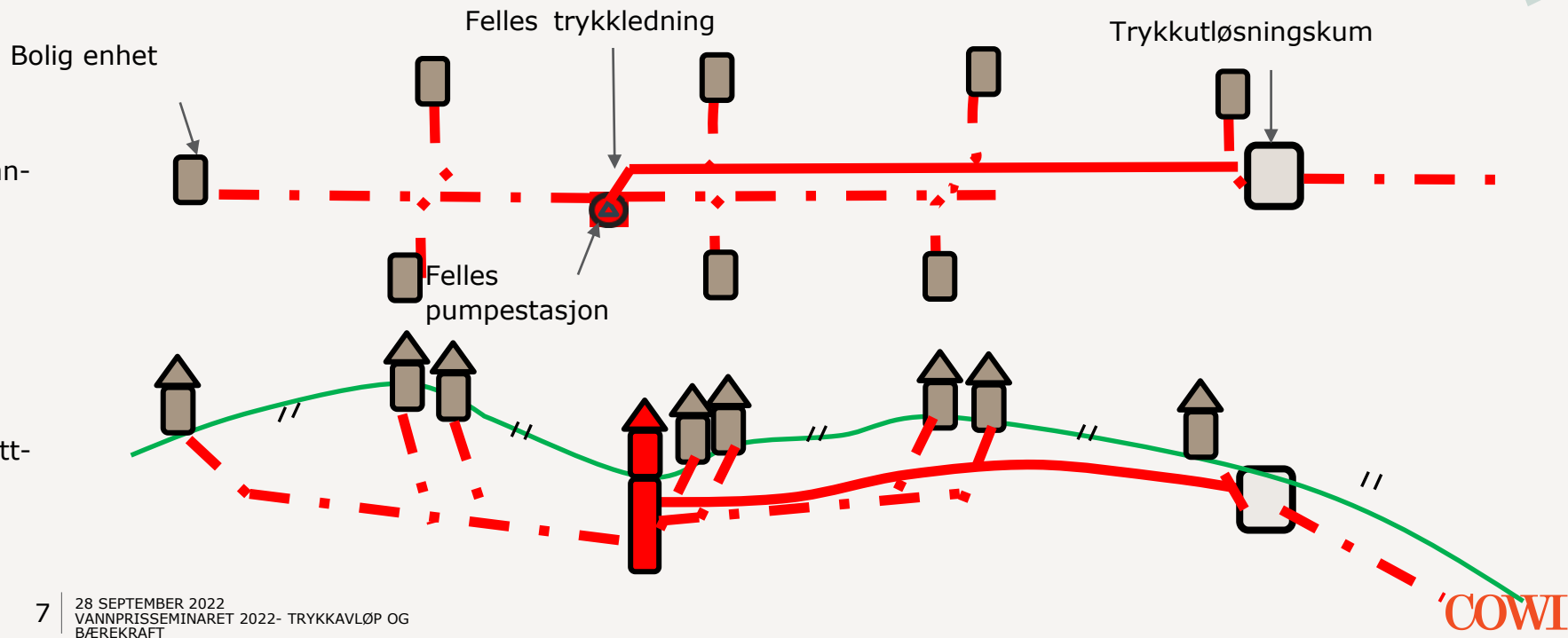
Ledningstrase



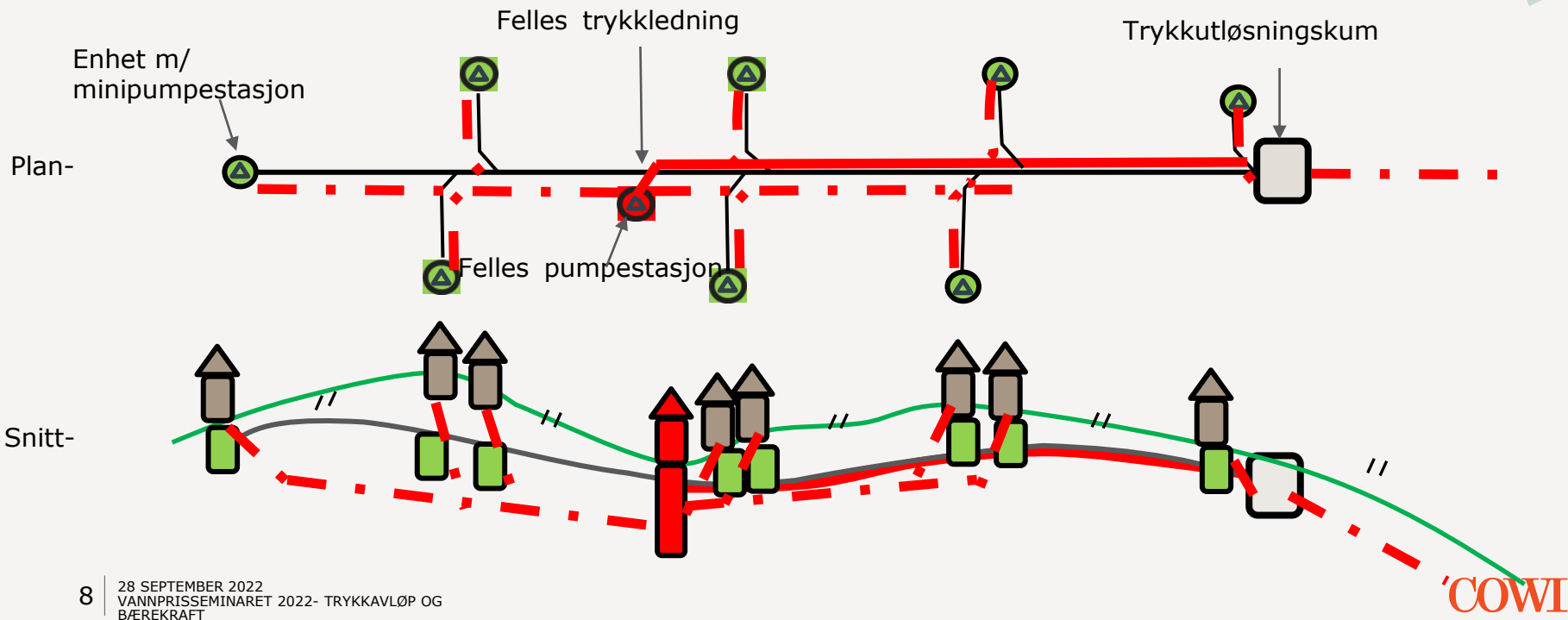
Pumpe

COWI

Trykkavløpssystem eller selvfall og samlepumpestasjoner?



Trykkavløpssystem eller selvfall og samlepumpestasjoner?



Bruk av trykkavløpssystem i byer og tettsteder. Potensiale ved ledningsnettfornyelse.

Noen fordeler:

- > Billig løsning
- > Stor fleksibilitet, muliggjør kloakkering i vanskelig terreng
- > Skånsom mot naturen. Mindre hindring av øvrig aktivitet i anleggsperioden (trafikk, støy, forsinkelser)
- > Lar seg kombinere meget godt med NoDig metoder i bysenter og boligområder
- > Mindre CO₂ utslipp i anleggsperioden
- > Gir et komplett tett ledningsnett uten lekkasjer
- > Små ledningsdimensjoner i fleksibelt PE-materiale på kveil gir rask fremdrift og få skjøter
- > Bruk av varmekabler og isolerte rør gir en frostfri løsning med minimal overdekning
- > Små pumpestasjoner er enkle og plassere både innendørs og utendørs

Noen ulemper:

- > Marginalt større energiforbruk enn ved et gravitasjonssystem (sterkt avhengig av bruk av varmekabler)
- > Flere pumpestasjoner å vedlikeholde
- > Fare for dannelse av hydrogensulfid H₂S ved lang oppholdstid
- > Fare for gjentetting i pumpestasjon og rørnettet ved feildimensjonering og feilprosjektering
- > Eierne må være oppmerksomme og følge leverandørens instruks mhp. hva som kan puttes i toalettet eller ikke
- > Driftsavtale må følges opp
- > Pumper må byttes etter endt levetid, 20 -25 år?
- > Traseer over annen manns eiendom
- > Uklare forsikringsmessige grenser
- > Kommunale anlegg vil kreve et nytt system for driftsoppfølging

Sammenligning av selvfallssystem og trykkavløp

Aspekt	Selvfallssystem	Trykkavløp grunt	Trykkavløp dypt
Energiforbruk – anleggsfase	Red	Green	Yellow
Energiforbruk – materialer	Red	Yellow	Green
Energiforbruk – driftsfase	Green	Red	Yellow
Miljøpåvirkning – overløpsutslipp	Red	Green	Green

Nacka kommun (Sverige), Jämførelsesstudie LTA – självfallssystem (2012)
(LTA = lett trykkavløp)

NACKA KOMMUNE(SVERIGE) JÄMFÖRELSESSTUDIE LTA- SJÖLVFALLSSYSTEM(2012)

NORSK VANN RAPPORT NR. 225 (2017) TRYKKAVLØP I SPREDT BEBYGGELSE OG URBANE STRØK

Effektbehov pumpe og varmekabel:

Pumpenes effektforbruk (E) beregnes av formelen:

$$E = \frac{\gamma Q h}{v} \quad (W)$$

γ = vannets tetthet egenvekt (N/m³)
 Q = pumpet avløpsmengde (m³/s)
 h = total løftehøyde (m)
 v = virkningsgrad (ubenevnt)

Innsettes aktuelle verdier får man pumpeeffekten:

$$E = \frac{10000n/m^3 \cdot 0,001m^3/s \cdot 30m}{0,4} \quad W = \mathbf{0,75kW}$$

En Ohmsk varmekabels effektforbruk beregnes av formelen:

$$E = L \cdot w \quad (W)$$

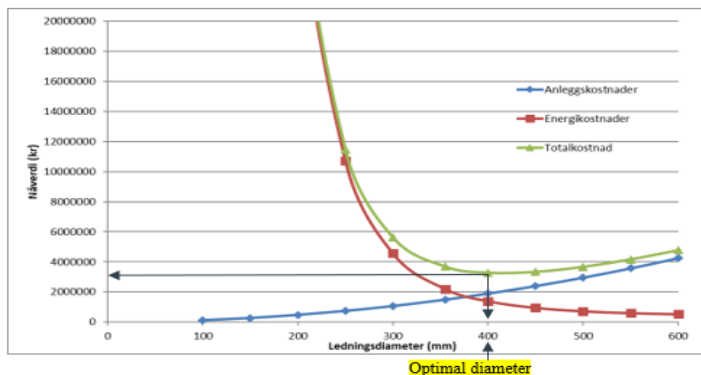
L = ledningens lengde (m)
 w = effektforbruk pr. m ledning i drift

Innsettes aktuelle verdier får man effekten:

$$E = 75 \cdot 8W = \mathbf{0,6kW}$$

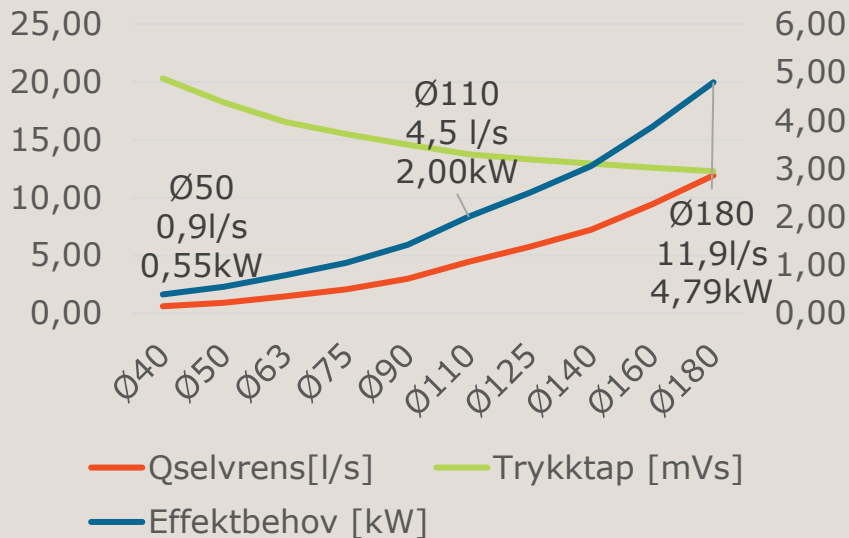
Effektbehov pumpesystemer:

«Optimal diameter»



- Anleggskostnad, energikostnad = totalkostnad. Konvensjonell tankegang i vanlig pumpesystem.
- Volumet er fast, så når trykktapet minsker minsker også energibehovet.

Teoretisk effektbehov for selvrens (0,7m/s, $n=0,3$ H=10 L=250m)



Energiforbruk pumpe og varmekabel teoretisk:

Antar:

Spesifikt vannforbruk på 150 l/person·døgn
4 personer i en boenhet
pumpekapasitet på 1 l/s,
blir driftstiden pr. døgn for pumpestasjonen:

$$\text{Tid} = \frac{150 \frac{\text{l}}{\text{pe}} \cdot 4 \text{pe}}{1 \frac{\text{l}}{\text{s}} \cdot 3600 \frac{\text{s}}{\text{time}}} = 0,17 \text{ timer} = 10 \text{ min}$$

Med en energipris på 1 kr/KWh og en effekt på 0,75 kW
blir energiprisen for pumping pr. døgn:

$$K_{\text{pumping}} = 0,17 \text{ t} \cdot 0,75 \text{ kW} \cdot 1 \text{ kr/kW} \text{ kr} =$$

kr. 0,13/ døgn $\approx$ 50 kr/år
(2 Kvikk-Lunsj/år)

Antar:

En varmekabel bør kobles inn når lufttemperaturen er mindre enn 0°C.

Et døgn med kuldegrader gir dermed en driftstid på 24 timer
Energikostnad (1 kr/KWh) for en 50m lang ledning på:

$$K_{\text{varmekabel}} = 24 \text{ t} \cdot 0,40 \text{ kW} \cdot 1 \text{ kr/kW} = \text{kr. 9,60/ døgn}$$

Tar man utgangspunkt i et område av landet med 3 måneder med døgn med kuldegrader tilsvarer dette en årlig energipris

$$K_{\text{varmekabel}} = 9,6 \text{ kr/d} \cdot 30 \text{ d} \cdot 3 \text{ r} =$$

ca. kr. 860 kr/år

Energiforbruk trykkavløp vs selvfall m/ samlestasjon

Forenklet eksempel gjennomsnittlige tall 0,7m/s, n=0,3 H=10 L=250m

10 boliger gjennomsnitt pumpeavstand 250m
Ø50mm

$$\text{Tid pr/stasjon} = \frac{150 \frac{l}{pe} * 4pe}{1 \frac{1}{s} * 3600 \frac{s}{time}} = 0,18t = 10\text{min}$$

Energiforbruk per dag:

$$K_{\text{pumping}} = 10 \text{ stasjoner} * 0,18t * 0,55\text{kwt} = \mathbf{1 \text{ kWh}}$$

Årlig= 360 kWh

+ varmekabler??

10 boliger selvfall til samlestasjon pumpeavstand 250m
Ø110mm

$$\text{Tid fellesstasjon} = \frac{10 * 150 \frac{l}{pe} * 4pe}{4,5 \frac{1}{s} * 3600 \frac{s}{time}} = 0,37t = 22\text{min}$$

Energiforbruk per dag:

$$K_{\text{pumping}} = 1 \text{ stasjon} * 0,37t * 2,0\text{kwt} = \mathbf{0,75 \text{ kWh}}$$

Årlig= 270 kWh

+ vvs (100kWh/m² * 12m² → 1200 kWh)

**Myte om stort
energiforbruk ved bruk av
trykkavløp?**

Eksempel Tønsberg kommune

- 41 boliger i området m/ privat vannforsyning og slamavskillere
- Pålegg om utbedring av private utslipp
- Topografi med lav høydforskjell, men relativt dype raviner deler området opp flere steder.
- Fremlegging av kommunal vannforsyning og brannvann
- Vurdert:
 - ~~Eget felles renseanlegg~~
 - Trykkavløpsystem
 - Selvfall og kommunale pumpestasjoner
- Begge systemene trenger en kommunal samlestasjon som pumpe inn til Revetal sentrum 1,7 km (ikke tatt med i sammenligningen under)



Eksempel Tønsberg kommune

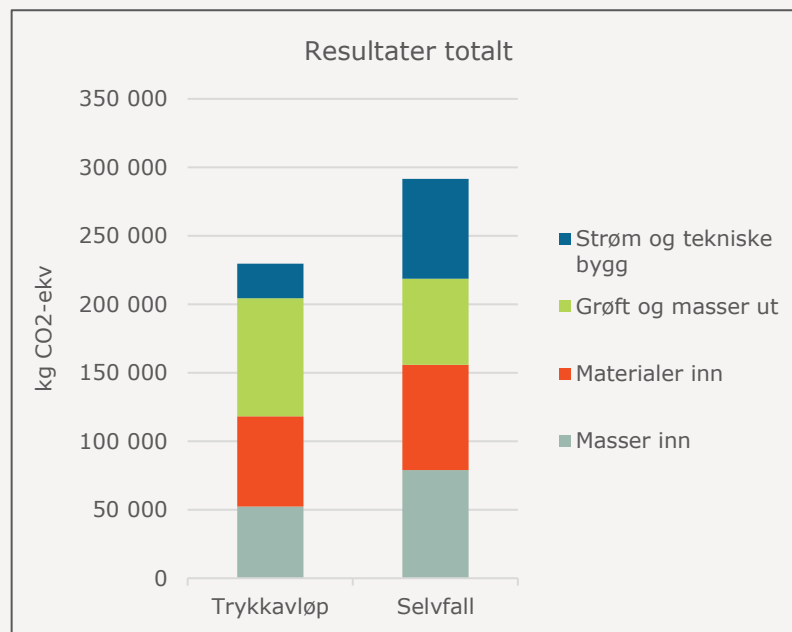
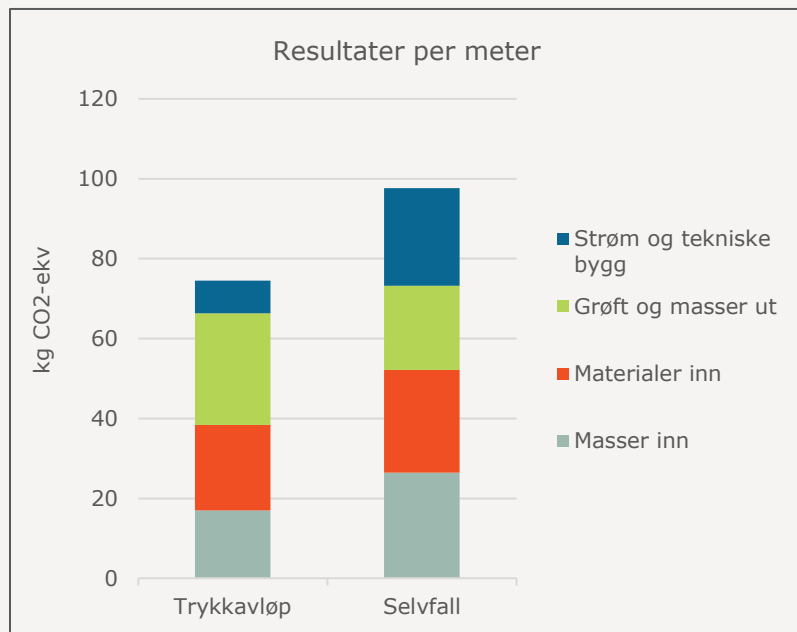
Trykkavløp bestående av:

- > 41 private pumpestasjoner
- > Grøfter = 1634 m
- > Boret trase = 1448 m
- > VL180 = 3082 m
- > SP160 = 0 m
- > PSP63 = 2419 m
- > Beregnet utgraving = 5871 m³
- > Beregnet massetransport: 1243 m³(120 lastebiler)
- > Beregnet energikostnad (strek m/ samlet negativ løftehøyde)
 - > 2805 kWh årlig pumping

Selvfallsystem bestående av:

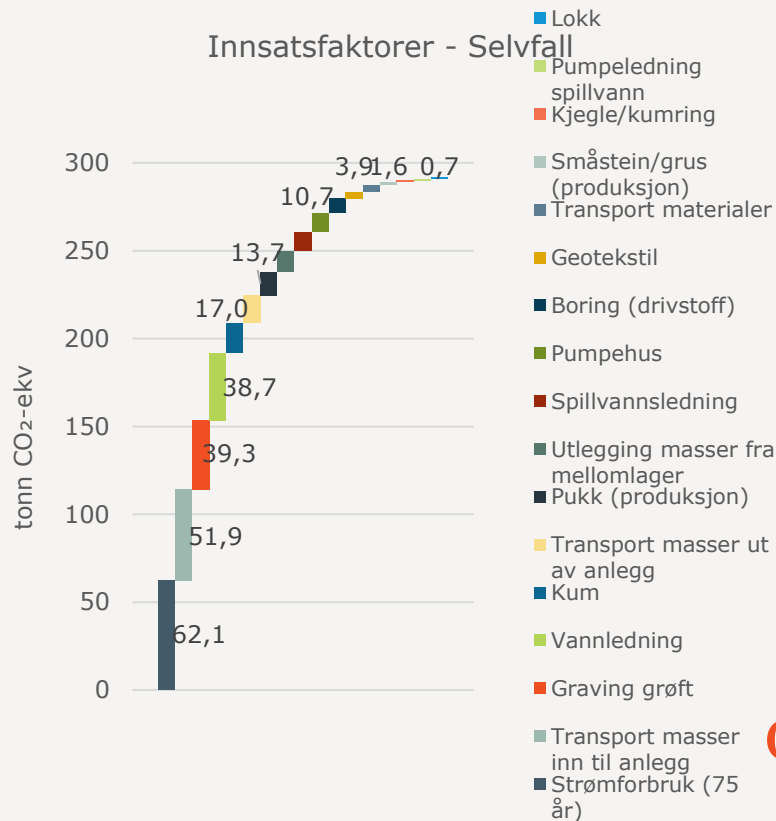
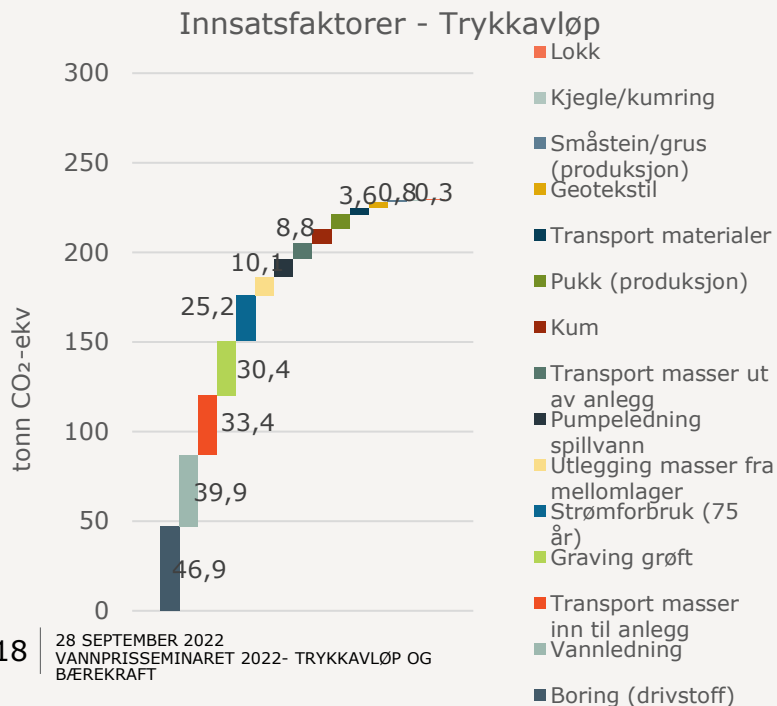
- > 2 kommunale pumpestasjoner
- > 7 private pumpestasjoner
- > Grøfter = 2731 m
- > Boret trase = 256 m
- > VL180 = 2987 m
- > SP160 = 2023 m
- > PSP63 = 357 m
- > Beregnet utgraving = 7586 m³
- > Beregnet massetransport: 2159 m³(210 lastebiler)
- > Beregnet energikostnad(trykkutløsning og lavbrekk):
 - > 5400 kWh årlig pumping
 - > 2400 kWh varme, ventilasjon og lys
 - > 7800 kWh totalt

Eksempel Tønsberg kommune



Trykkavløp tønnsberg- hvor kommer utslippet fra?

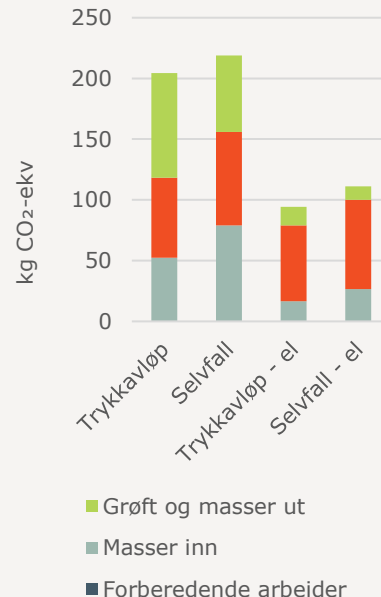
Selvfall vs Trykkavløp



Eksempel Tønsberg kommune

- > Hvor ligger forskjellene?
 - > Materialforbruket er vesentlig redusert ved trykkavløp (nesten halvert)
 - > Massetransport er lavere for trykkavløp
 - > NO-dig trase har mindre masser, men høyere verdier for massene på grunn av høyere drivstoff forbruk pr. m³.
 - > Energiforbruk i overbygget
- > Feilkilder:
 - > Ikke mulig å oppdrive EPD for pumpestasjoner/villastasjoner
 - > Energiforbruk beregnet til anlegges levetid (satt til 75 år)
 - > Velges samme leverandør av materialer som forutsatt?
- > Videre potensiale:
 - > Grunne ledninger med isolasjon og eller varmekabler
 - > Optimalisering av grøftetrase
 - > Analyse av klimautslipp av pumpestasjoner(kommunale) mot villastasjoner

Totale resultater med
ulik energikilde som
drivstoff



Trykkavløpssystem- bare for hyttefelt? I et bærekraftsperspektiv

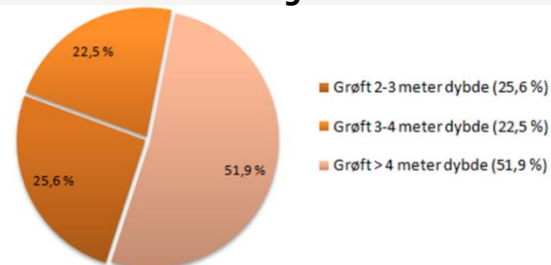
Stor samfunnsøkonomisk besparelse ved bruk av trykkavløp i spredt bebyggelse, villabebyggelse og også i urbane områder:

- Trykkavløp i spredt bebyggelse og urbane strøk – NVR225(2017)
- Trykkavløpssystem i villastrøk – Elin Nordbye NTNU(2021)
- Samordning av infrastruktur : trykkavløp og No Dig metoder som tekniske løsninger – Tor Kristian Molden NMBU(2016)
- Trykkavløpssystem i urbane områder- Øystein Pettersen NMBU(2013):

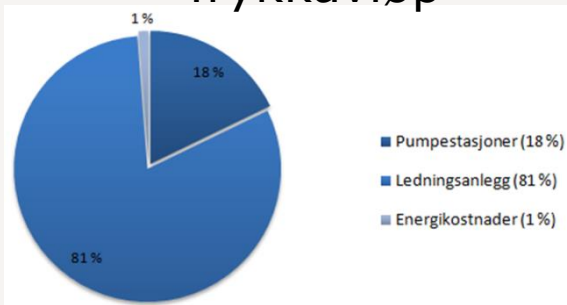
Nåverdikostnad	NNV ₄₀ [Mnok]	
	Konvensjonelt anlegg	Trykkavløpssystem
Anlegging av grøfter med rør	205,4	49,1
Pumpestasjoner		10,8
Energikostnader		0,7
Total NNV₄₀ [Mnok]	205,4	60,7

70% besparelse når man ser isolert på
fornyning av spillvannsystemet

Tradisjonelt



Trykkavløp

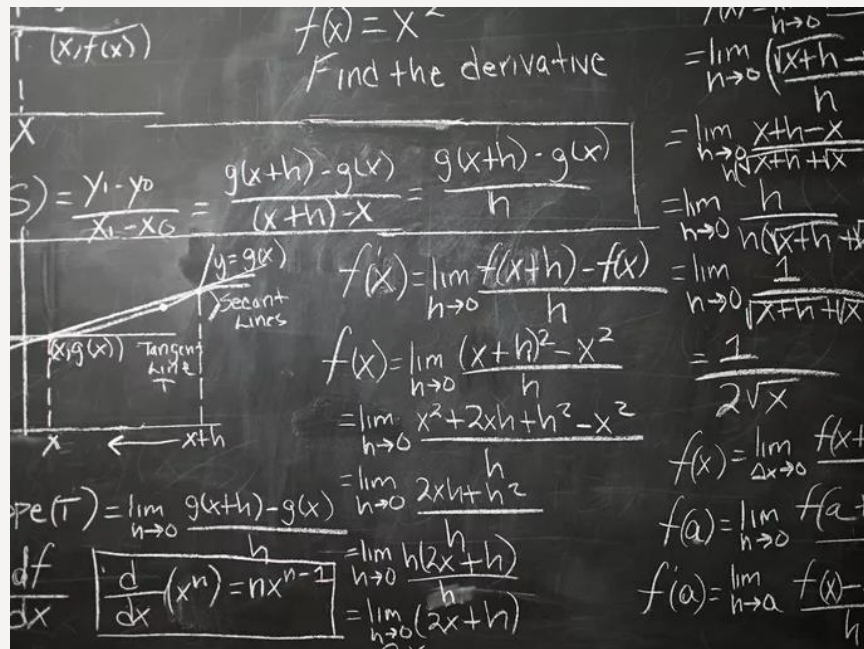


Hindringer for bruk av innovative avløpsløsninger i VA-bransjen?

Svaret ligger i kanskje i følgende funksjonen:

$$P = \frac{f(L \cdot T \cdot A \cdot \emptyset \cdot K^2)}{R}$$

- P = potensiale for et innovative/bærekraftige løsninger
- L = Gjeldende Lovverk
- T = Tilgjengelig teknologi/material
- A = Anleggsgjennomføring
- $\emptyset$ = Økonomi
- K = Kunnskap og kompetanse hos bestiller og rådgiver
- R = Følelsen av risiko for innkjøper/bruker



Hindringer for bruk av innovative avløpsløsninger i VA-bransjen?

Svaret ligger i kanskje i følgende variabel:

$$P = \frac{f(L \cdot T \cdot A \cdot \emptyset \cdot K^2)}{R}$$

R

- > Følelsen av risiko for innkjøper



Bruk av trykkavløpssystem

Potensiale i bærekraftsperspektiv

- > Kan man anlegge og drifte avløpsanlegg på en mer energi og klimagass vennlig måte?

Ja

- Mer bruk av No-Dig teknikker
- **Grunne grøfter**
- **Mer bruk av kreative systemløsninger**
- Bedre kunnskap og kompetanse
- Bedre organisering/drift

Trykkavløp i et bærekraftsperspektiv

Små terrenginngrep, lite massetransport, grunne grøfter, men hva med energiforbruket?

Rune Myra,

RUMY@COWI.COM

Utviklingsansvarlig VANN
sivilingeniør VMT

