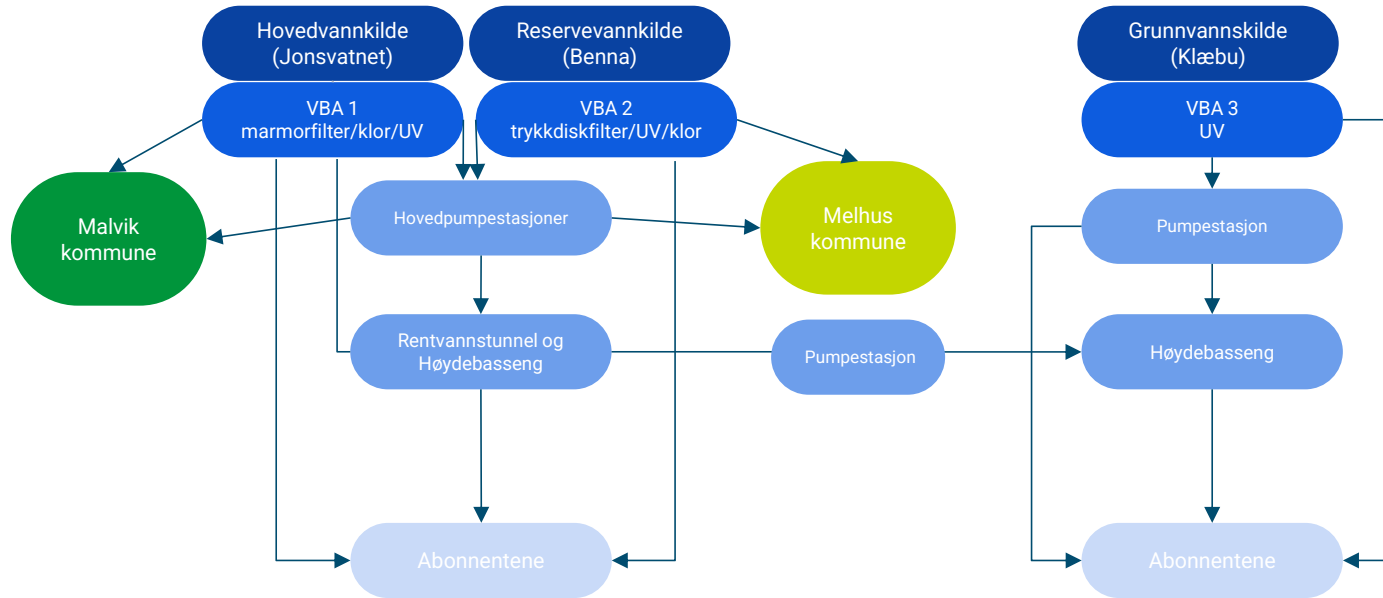




Hygienisk sikkerhet i vannforsyningen i Trondheim fra kilde til tappekran

(Hvilke utfordringer har vi og hvordan løses de?)

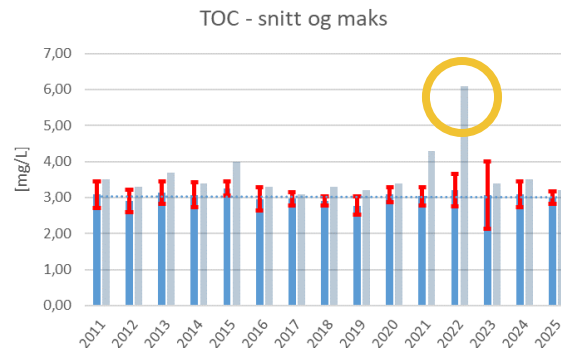
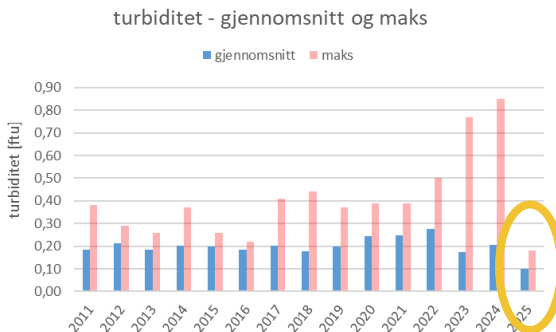
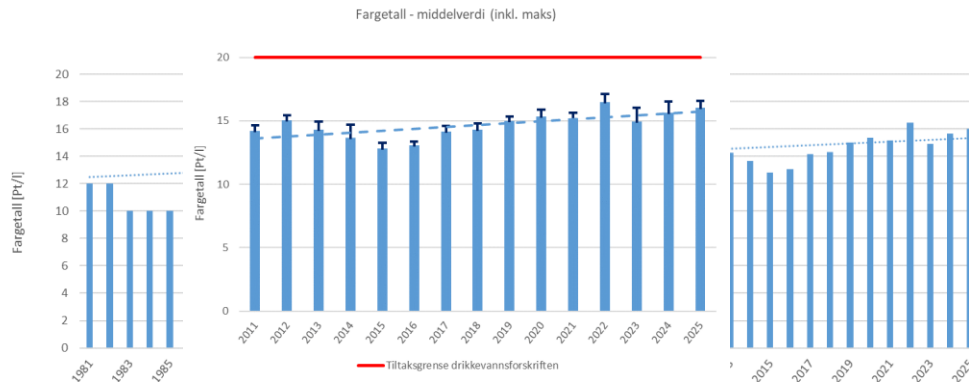
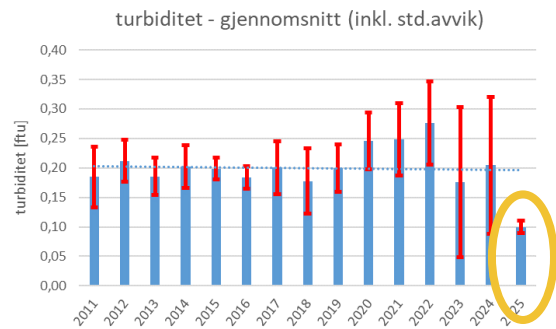
I. Oversikt vannforsyningssystem



II. Kilde - utfordringer generelt

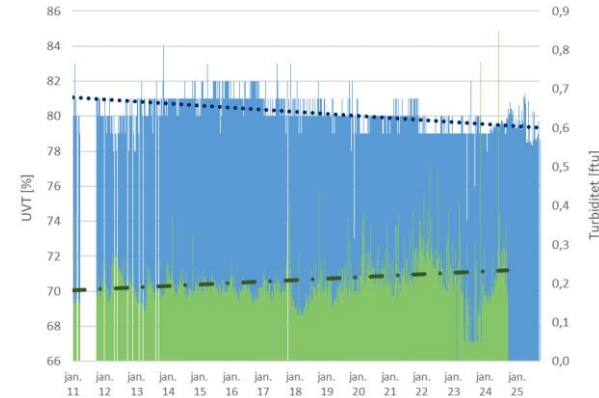
- Naturlige utfordringer: Et klima i endring (klimafremskrivning: Økt og hyppigere nedbør i Trøndelag)
- Ikke kontrollerbar - uunngåelig, forventet forverring av råvannskvalitet
- Menneskeskapte utfordringer: Aktivitet i nedbørsfeltet
- Kontrollerbar - Føre-vår prinsipp bør anvendes

II. Kilde - Jonsvatnet (hovedvannkilden) - Tegn på klimapåvirkninger



III. VBA - hovedvannkilde - utfordringer

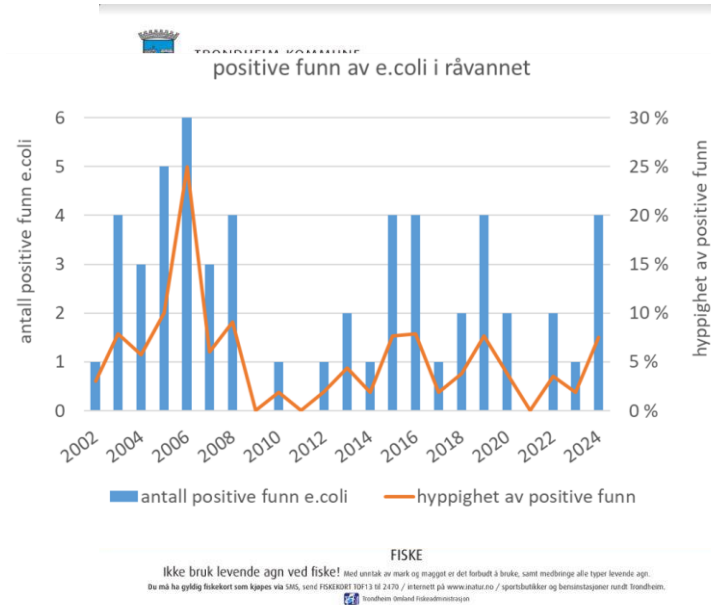
- UV desinfeksjon: Tegn på påvirkning av endring i råvannskvalitet
 - økende fargetall
 - større variasjon i turbiditet
 - shadowing effekt
 - UV fra 2006 - forventet levetid ca. 25 år
- Økende fargetall:
 - Pilotstudie for fargefjerning gjennomført (SINTEF 2009)
 - koagulering og kontaktfiltrering
 - ozonering og biofiltrering
 - Utvikling fargetall stoppet opp siden studien
- Mikrobiell barrierehøyde: Tilstrekkelig, liten margin for virus



Vannverkets barrierestatus. Oppsummering basert på utfyllingene i foregående ark (automatisk overført).		Bakterier	Virus	Parasitter		
				Giardia	Cryptosporidium	
Nødvendig barrierehøyde	A	5,00	5,00	3,00	3,00	Hentet fra START-arket (ildskategori og vannverkskrets)
Hygieniske barrierer for desinfeksjon	Innspens logkreditt	0,25	0,25	0,15	0,15	Hentet fra ark innspen
	Grunnvannets logkreditt	0,00	0,00	0,00	0,00	Hentet fra ark grunnvann
	Infiltrasjon av overflatevann	0,00	0,00	0,00	0,00	Hentet fra ark infiltrasjon
		0,00	0,00	0,00	0,00	
Hygieniske barrierer for desinfeksjon	Vannbehandling prosess 1	0,45	0,23	0,45	0,45	Hentet fra ark vannbehandling utover slutt desinfeksjon (prosess 1)
	Vannbehandling prosess 2	0,00	0,00	0,00	0,00	Hentet fra ark vannbehandling utover slutt desinfeksjon (prosess 2)
Nødvendig log-reduksjon i slutt desinfeksjon	D = A + B + C	4,30	4,53	2,40	2,40	
Desinfeksjonens barriereeffekt	UV-bestråling	3,74	3,27	3,74	3,74	Hentet fra ark UV
	Klor-friaks	3,80	1,43	0,06	0,01	Hentet fra ark klor
	Kloridoksid-friaks	0,00	0,00	0,00	0,00	Hentet fra ark kloridoksid
	Ozon-friaks	0,00	0,00	0,00	0,00	Hentet fra ark ozon
		0,00	0,00	0,00	0,00	
Vannverkets barrierestatus		3,24	0,18	1,40	1,35	Negative verdier viser at vannverket ikke har tilstrekkelige barrierer, og at tiltak må iverksettes.

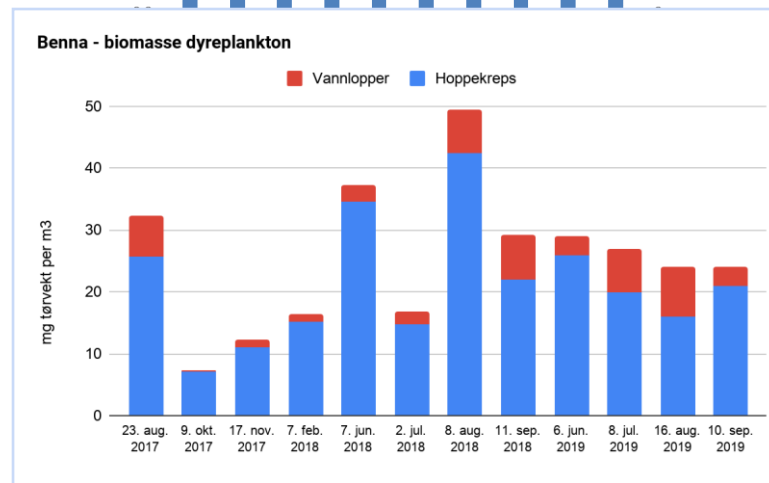
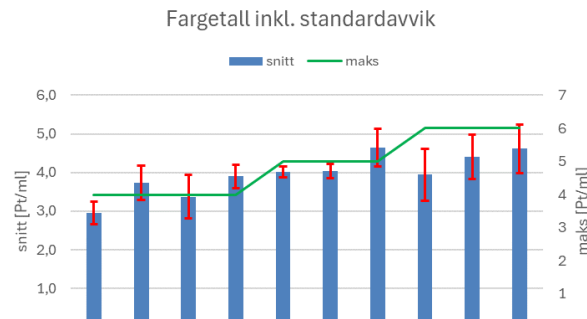
II. Tiltak - hovedvannkilde og VBA

- Beskyttelse av kilden/nedbørsfeltet i arealplanlegging - Hensynssone med presise bestemmelser
- Utvide vannbehandlingen:
 - Fargefjerning
 - Nye UV inkl. økt redundans
 - Ekstra hygienisk barriere
 - Ta kjemiske forurensinger med i betraktning?
(robust kilde mot kjemisk forurensing)
 - begrenset antall muligheter



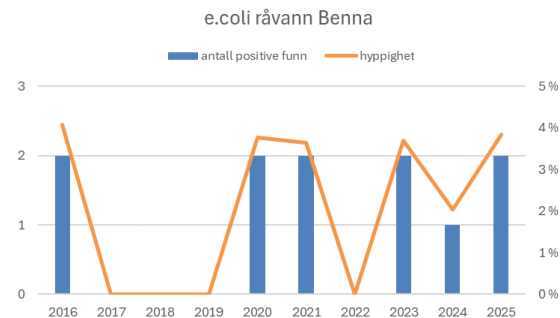
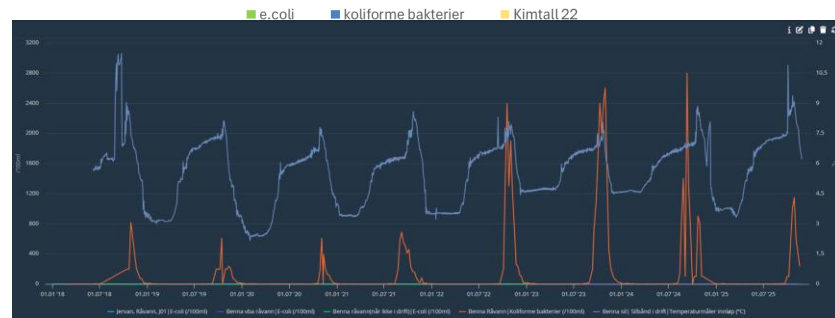
II. Kilde - Benna (reservevannkilden) - Sjelden innsjøtype

- Kalksjø: Næringsfattig klarvannsjø, høy kalkinnhold - stimulering til høy produksjon dyreplankton (hoppekreps & vannlopper)
- Sesongvariasjon: Størst dyreplankton biomasse i sensommeren
- LOS- klager om høsten - sammenheng med dyrplankton biomasse?
- Lavt fargetall (trend: økende?) og lav turbiditet...
- ... men høy TOC



II. Kilde - Benna (reservevannkilden) - Tegn på klimapåvirkninger

- Oppplomstring koliforme bakterier om høsten - økende over årene ↑
 - Arten: *Lelliottia jeotgalli* - 'miljøkoliform'
 - Sist bestemt i 2020 (SINTEF)
 - LOS problemer - sammenheng?
- Overlapp med perioder med økt kimtall 22
- E.coli: stabil antall og hyppighet



II. & III. Reservevannkilde - LOS problemer

- To typer LOS problemer:

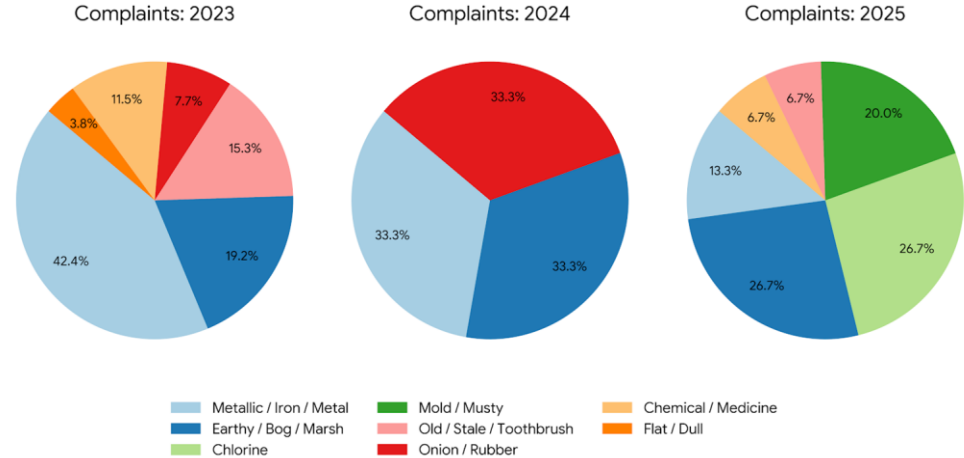
- 1) Jord, mygg, metall

- 2) Klor, medisin

- To forskjellige årsaker?

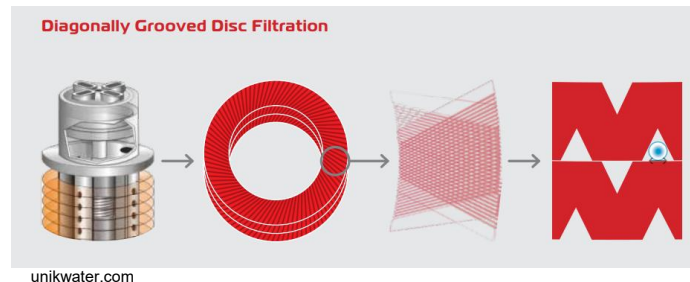
- 1) Dyreplankton biomasse, koliforme bakterier, løsriving biofilm

- 2) Desinfeksjonsbiprodukter



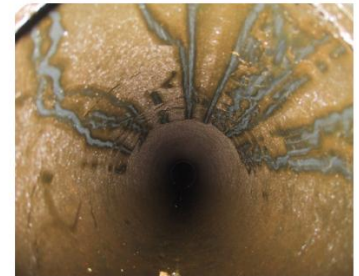
II. & III. Tiltak ved reservevannkilden og VBA

- LOS- problemer: Masteroppgave for å etablere 'status-quo' (NTNU/SINTEF)
 - Dataanalyse
 - Masterplan
 - Klorsmak- og lukt: Umiddelbare tiltak
 - Revurdere dosering
 - Bytte fra klortanker til on-site elektrolyse
- Utvide vannbehandlingen
 - Tilstrekkelig mikrobiell barrierehøyde, liten margin for virus
 - Ekstra hygienisk barriere: Membrananlegg etter trykkdiskfiltre
- Fjerning av dyreplankton via trykkdiskfiltre
 - koliforme bakterier - blinde passasjerer
 - utbygging for full forsyning i gang



IV. Distribusjon - utfordringer og tiltak (1)

- Vannlekkasje 28 % - Fare for trykkløst nett
 - Mindre lekkasjesoner (over 100)
 - Fornyelse vannledninger - verstingsliste
 - Smarte husvannmålere - private lekkasjer
 - måler vannstrømmen i begge retninger: Hva betyr dette, målefeil eller tilbakestrømning fra abonnentene?
- Brannvannsuttak
 - Fare for trykkløst nett / negativ trykk
 - Gamle brannventiler: Potensiell risiko for forurensning
 - Tiltak: Utskifting av gamle brannventiler (mål 250 per år)
- Vannfyllinger:
 - Ikke alle er utrustet med tilbakeslagssikring
 - Ulovlige fyllinger
 - Tiltak: vannmåler og tilbakeslagventil kategori 2 på alle
- Løsriving av biofilm ved bytte av vannkilden - LOS klager



IV. Distribusjon - reservoar - utfordringer og tiltak (2)

- Tre råsprengte fjellbassenger og råsprengt rå- og rentvannstunnel
 - Fare for innlekkasje av forurenset grunnvann / kortslutning til overliggende myrområdet 'Åskøy hendelse'
 - UV ved utgang av rentvannstunnelen
 - Oppgradere og sikre rentvannstunnelen og fjellsprengte bassenger
 - Beskyttelse av områdene i arealplanlegging - bestemmelser drikkevann
- Dårlig tak ved noen bassenger
 - Risiko for leveringssikkerheten - inntrenging av forurensinger
 - Kontinuerlig rehabilitering/oppgradering



råvannstunnel, befarig 2025

V. Konklusjon og veien videre

- **Trygt og nok drikkevann** leveres til Trondheim, Melhus og Malvik kommune, men klimautfordringer truer råvannskvaliteten og øker krav til vannbehandlingen.
- Tiltak er sjelden en 'quick fix' - uansett utfordring tar planlegging og etablering av tiltak tid i tillegg til ...
- ... at en sikker vannforsyning i fremtiden krever koordinering av prosjekter med mange avhengigheter...
- ... en krevende, men desto spenedere jobb!

