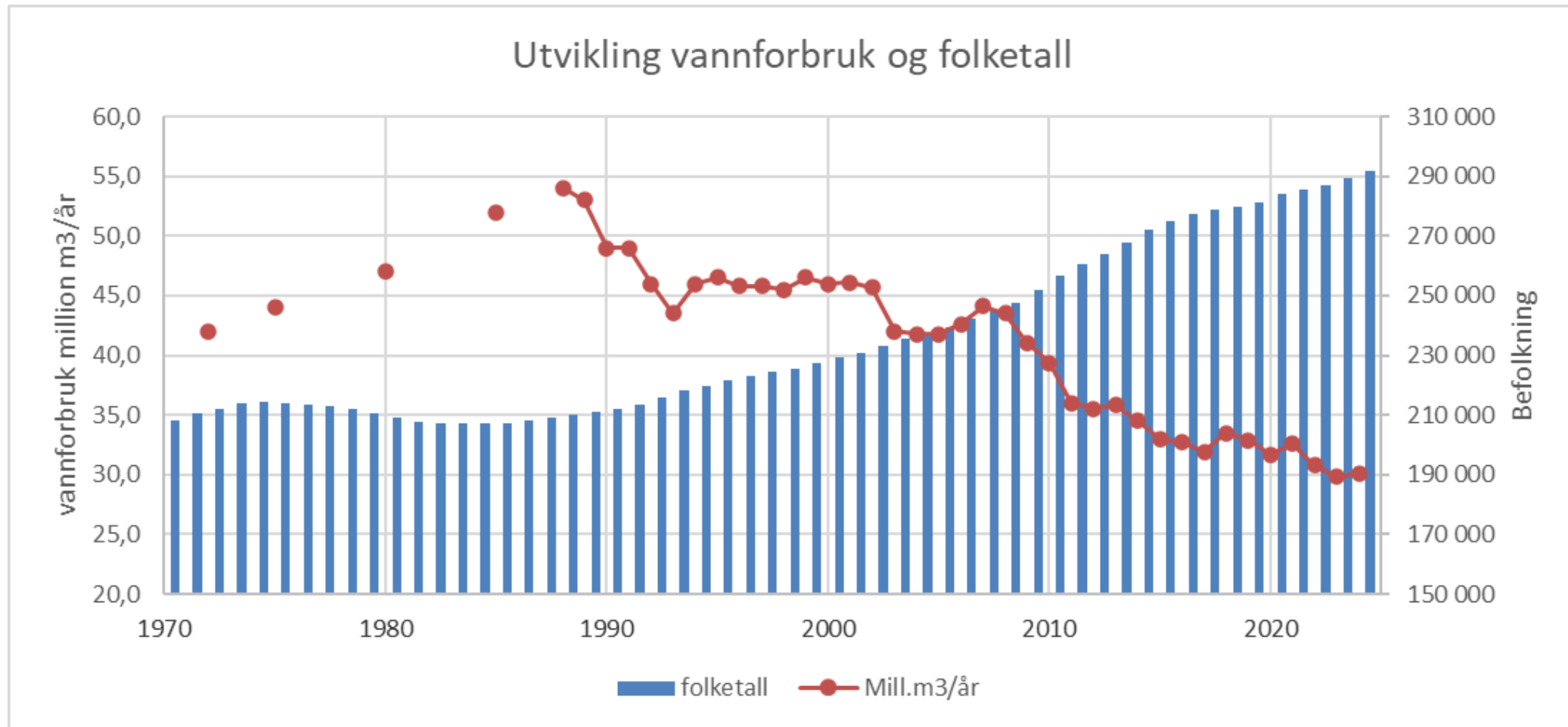
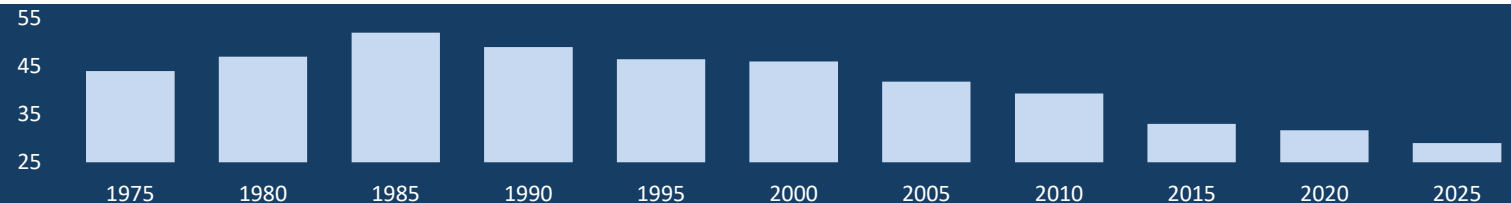


Lekkasje kontroll i Bergen: 1975 - 2025



Årlig vannforbruk i Bergen Mm³/år

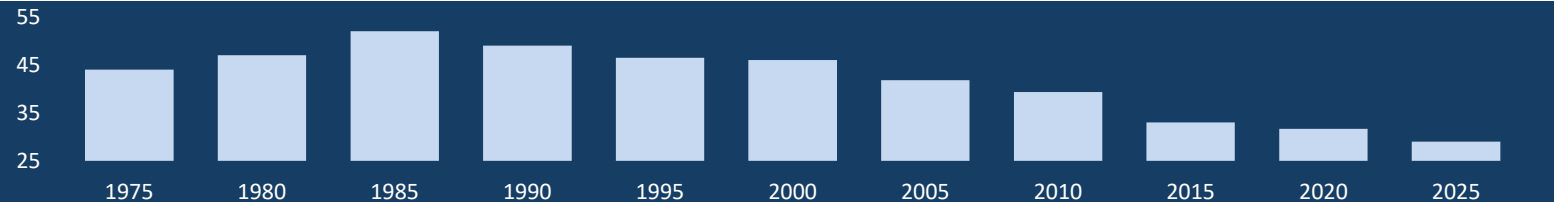


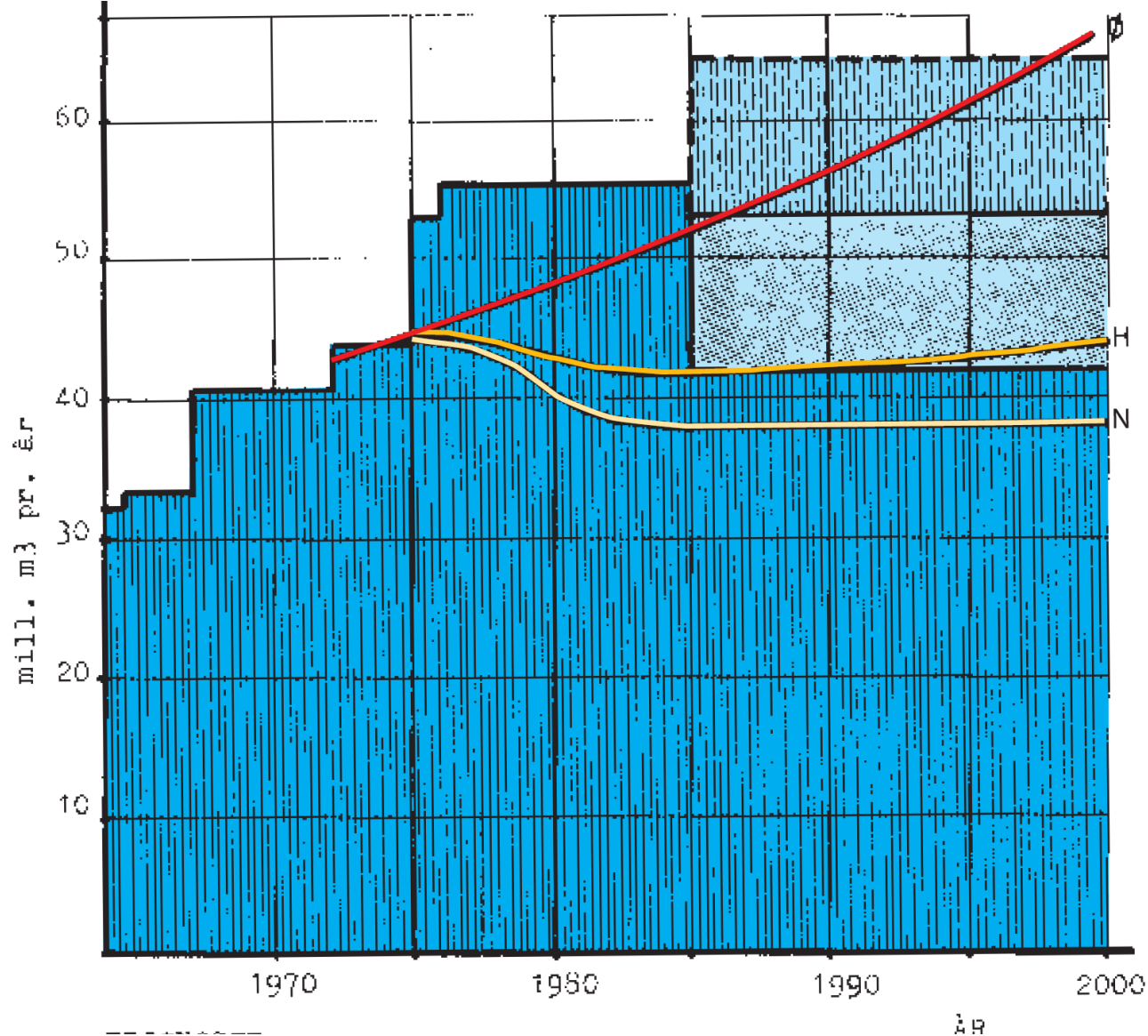
Passive lekkasje kontroll
vannforbruk øker til over 600 liter per innbygger per dag

Mengde måler begrenset til utløp fra behandlingsanlegg
Oppsynsmann har lyttestav og bakkemikrofon

Kontrollør Olav Andersen fra Bergen
kommune leter etter vannlekkasje, 1967
Foto: Birkhaug og Omdal

Passiv lekkasje kontroll





Vannverksingeniør er beskymret!
 Dersom økning i forbruk fortsetter
 (Øvre prognose)
 Har regnby Bergen alt for lite vann!

1975 første prognose for vannforbruk i
 forhold til kilde kapasitet

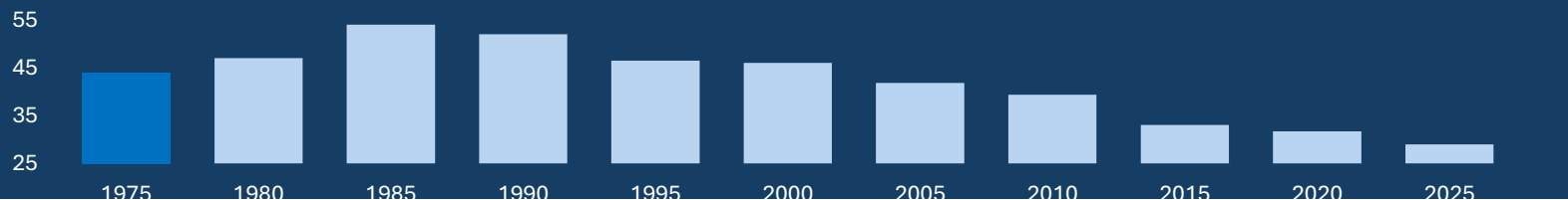
PROGNOSER.

Ø: Øvre forbruksgrense
 N: Nedre " "
 H: Handlingsprogrammet

KILDEKAPASITET, UGUNSTIGSTE KAPASITET.

Utbygget kildekapasitet.
 1. byggetrinn, Nordre Gulfjellet.
 Kilder i reserve.

Årlig vannforbruk i Bergen Mm³/år



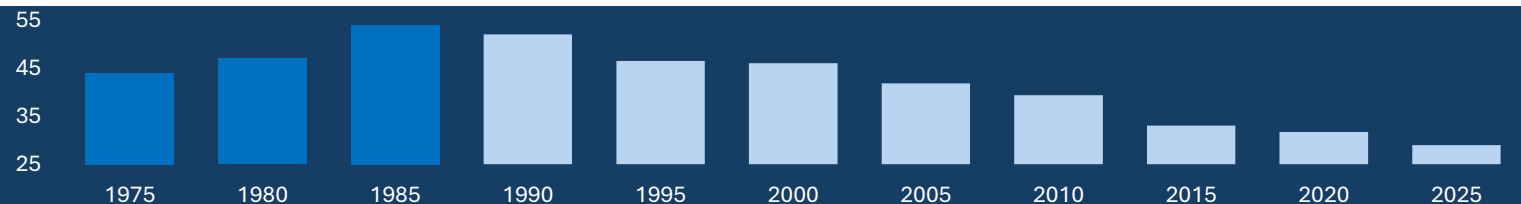
1975-1985:

Noen tiltak innført – men teknologi og kunnskap for aktiv lekkasje kontroll mangler:

- Vannmengdemåler hos næringsdrivende
- Rehabilitering over 8000 meter gamle grått støpejernsledning med bly skjøte - erstattes med duktil

Forbruk - og lekkasje, stiger

Passiv lekkasje kontroll: 1975 - 1985



Bergen kommune til ny kamp mot vannlekkasjer 24. oktober 1986

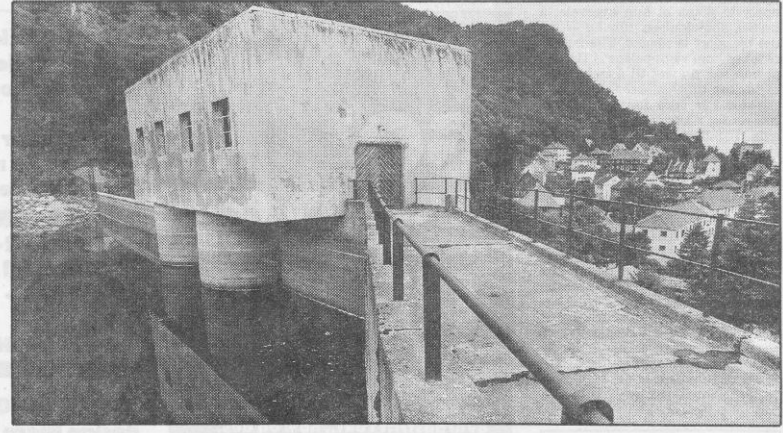
40 prosent av drikkevannet når aldri fram til forbruker

RUNE VALDERHAUG

Bergen kommune skal nå intensivere jakten på lekkasjer i vannledningsnettet i byen. Nesten 40 prosent av drikkevannsbeholdningen forsvinner ut av systemet lenge før vannet når fram til springen hjemme hos bergenserne. Vannledningsnettet er svært gammelt mange steder i byen, og da blir det heller ikke langt mellom lekkasjene i systemet.

—Vi kan godt kalle dette en ny giv i kampen mot lekkasjene, sier overingeniør i Bergen kommunes avdeling for teknisk utbygging, Arne Seim til Bergens Tidende. Som et første steg på denne nye givnen har kommunen inngått kontrakt om levering av 18 elektromagnetiske vannmålere fra Bergens-firmaet Extech. Disse koster 600.000 kroner og skal være i drift på ulike steder i byen ved utgangen av 1986, fremholder Seim.

Han sier at Hovedutvalg for teknisk utbygging tidligere i år gav grønt lys for en handlingsplan for vannforsyningen i Bergen. Kampen mot de utallige lekkasjene i ledningsnettet er et viktig ledd i dette programmet. Ved hjelp av de avanserte vannmålerne kan man få bedre oversikt over lekkasjene. Så lenge store deler av drikkevannet forsvinner, er ikke rikelig nedbør nok til å sikre Bergen en tilfredsstillende drikkevannsforsyning. Dette har bergenserne flere ganger opplevd i form av vannsparingskampanjer i perioder med lite regn.



Svartediket forsyner store deler av det sentrale Bergen med drikkevann. Men 35–40 prosent av vannet forsvinner på veien fram til forbrukerne.

Bergen kommune har arbeidet lenge for å finne fram til lekkasjene i ledningsnettet og forsøkt å utbedre disse. Ved hjelp av vann-detektorer har man oppnådd brukbare resultater. Men slike manuelle søkemetoder er svært arbeids- og ressurskrevende. De 18 nye målerne skal inngå i et nytt sentralt overvåkingsanlegg for drikkevannsforsyningen. Dette dastyrte anlegget blir neste trinn i kampen mot vannlekkasjene. Dermed kan man måle vannkildene og totalforbruket, og fjerneavlese data for de enkelte ledninger. Ved å dele byens vannledningsnett inn i soner, kan totalforbruket i de

ulike bydelene måles og større lekkasjer avdekkes. Senere vil man gå videre med å tilrettelegge et mer finmasket system for måling av lekkasjer.

Det finnes ikke sikre opplysninger om hvor stor del av byens totale drikkevannsforsyning som går til spille på grunn av lekkasjene i ledningsnettet. Men målinger har vist at det dreier seg om 35–40 prosent i Fyllingsdalen og Ytre Laksevåg. Overingeniør Seim regner med at denne prosentatsen ikke skiller seg fra resten av Bergen kommune.

— Er det mulig å komme vann-

lekkasjene til livs uten å måtte bruke store pengesummer?

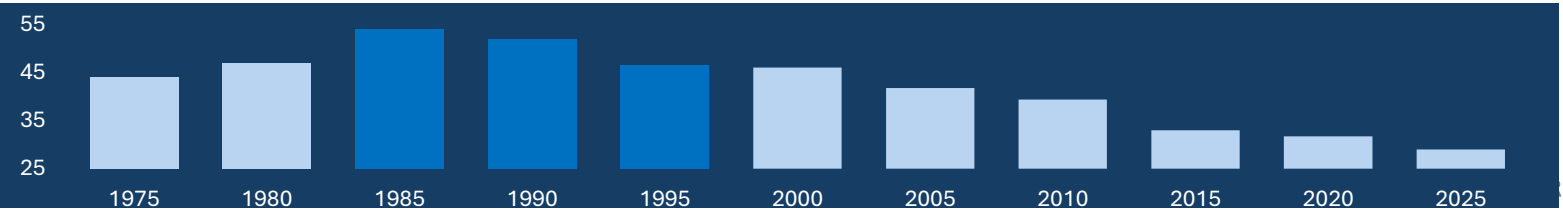
— Ja, det er absolutt mulig, og arbeidet blir også atskillig enklere når vi får etablert det sentrale styrings- og overvåkingssystemet, som vil omfatte både vannforsyningen og kloakkutslipp. Når vi oppdager store lekkasjer, blir de forsøkt utbedret straks. Mindre lekkasjer innenfor et område blir gjerne «samlet opp» og tatt etterhvert. Problemet er i første rekke å lokalisere det nøyaktige stedet for lekkasjen. Dette arbeidet vil nå forhåpentlig bli lettere, sier Seim.

Utvidelse mengdemåling med ny – sentral overvåkingssystem

Hente kompetanse fra andre (Seba - Østerike)

- Økte bruk mengdemåling
- Målebil for for grov lokalisering
- Systematisk grov lokalisering
- **Opprett dedikerte lekkasjegruppe**
- Fremgang i utstyr og kompetanse for fin lokalisering

Aktiv lekkasje kontroll: 1985 - 1995





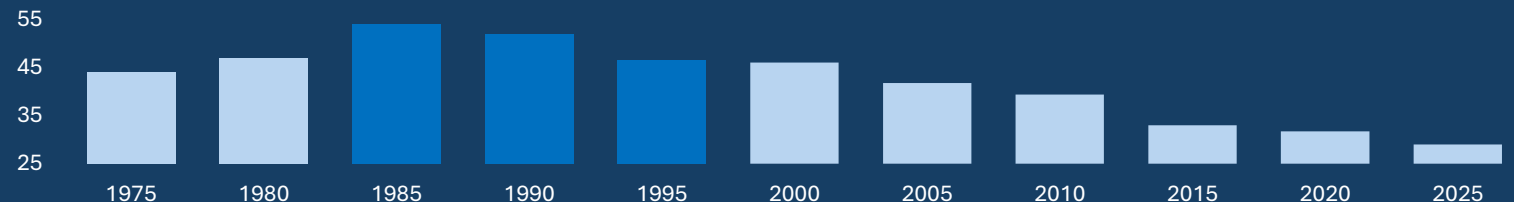
Målebil:

Kassebil med fast montert 50mm mekanisk mengdemåler og utstyr for kobling til ledningsnettet (brannstender og mange meter med brannslange).

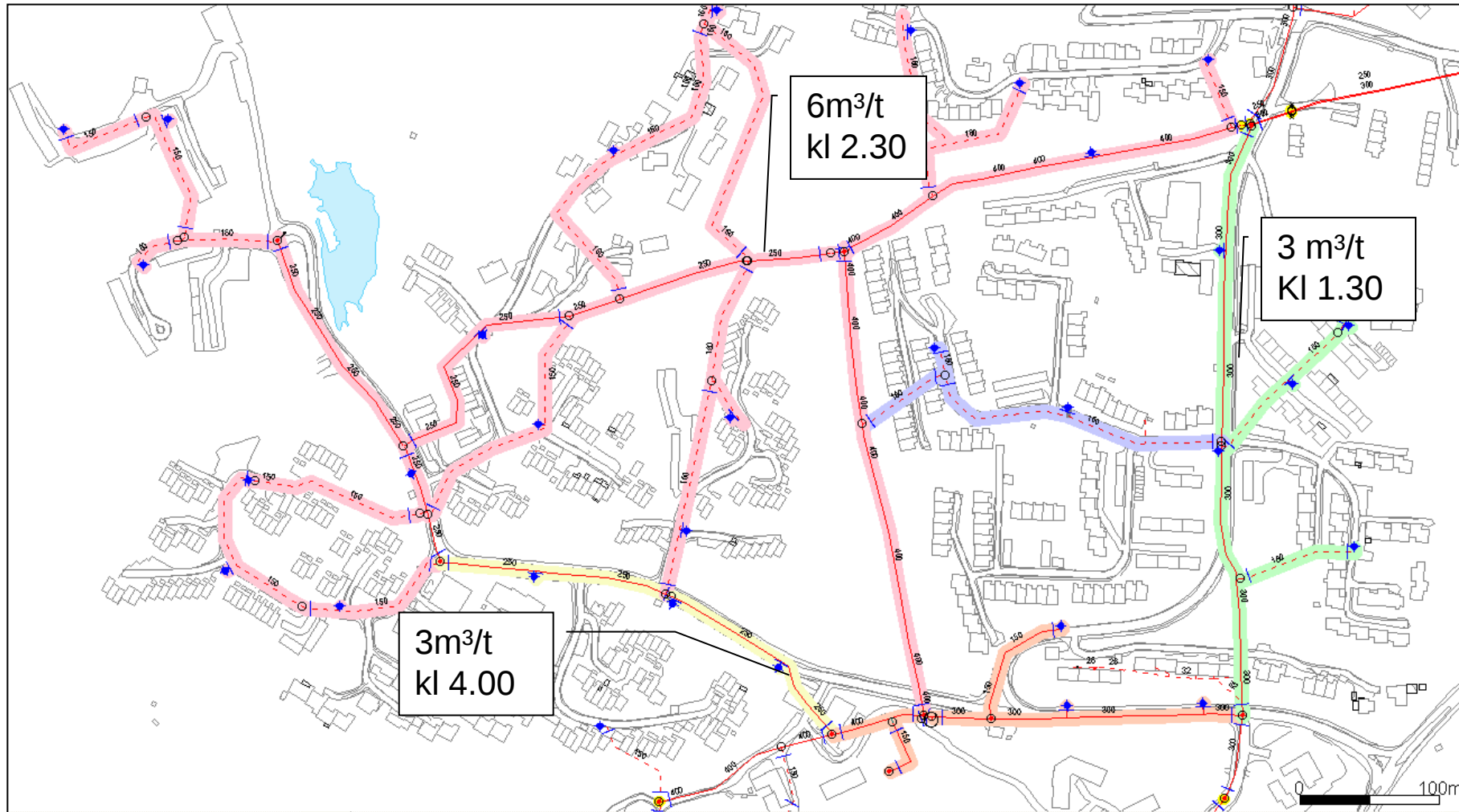
I mindre område brukes «null metoden» mengdemåling på natt, når det forventes at det vil være perioder med ingen (null) vannforbruk.

Målebil brukes også til steptesting.

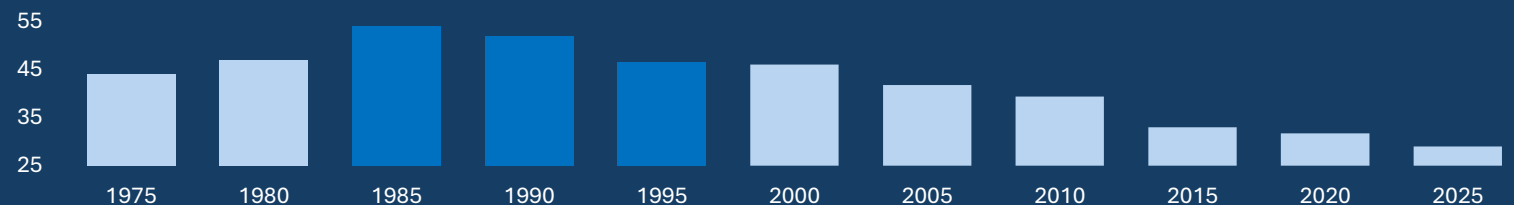
Aktiv lekkasje kontroll: 1985 - 1995

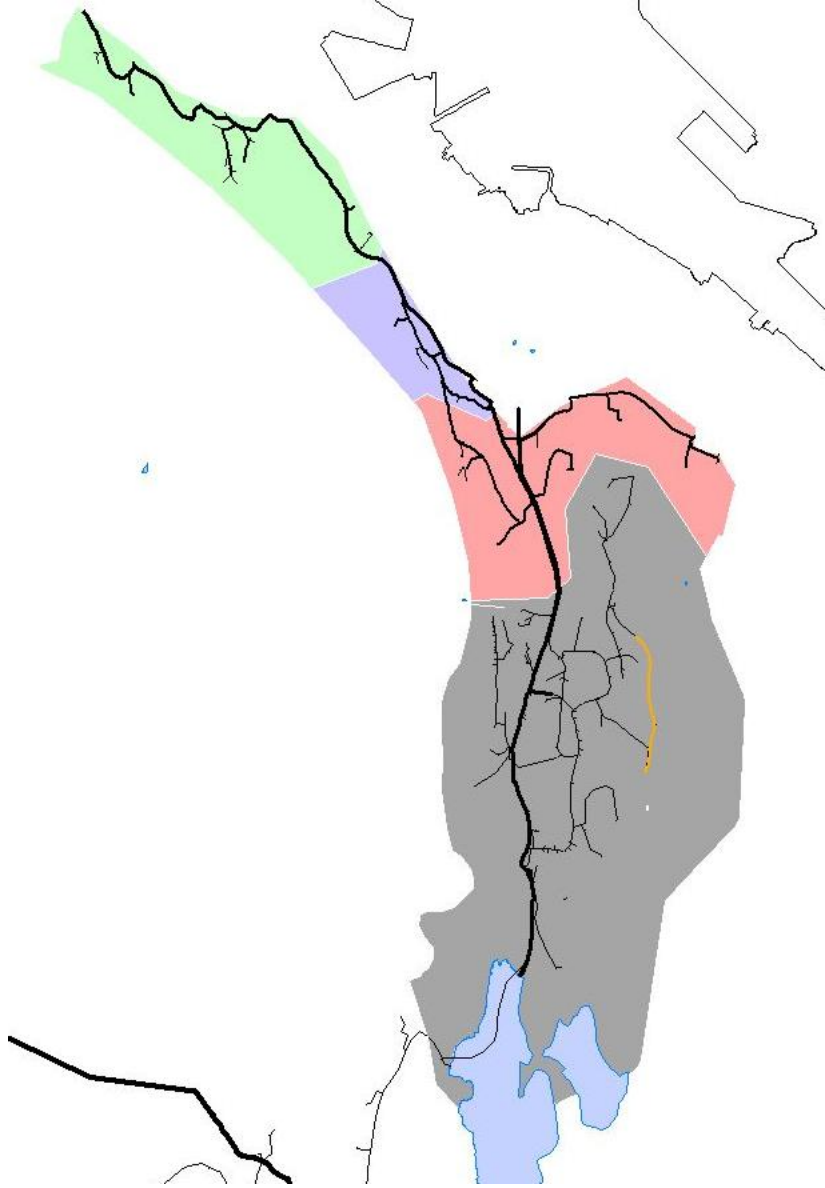


Resultat fra natt måling



Aktiv lekkasje kontroll: 1985 - 1995

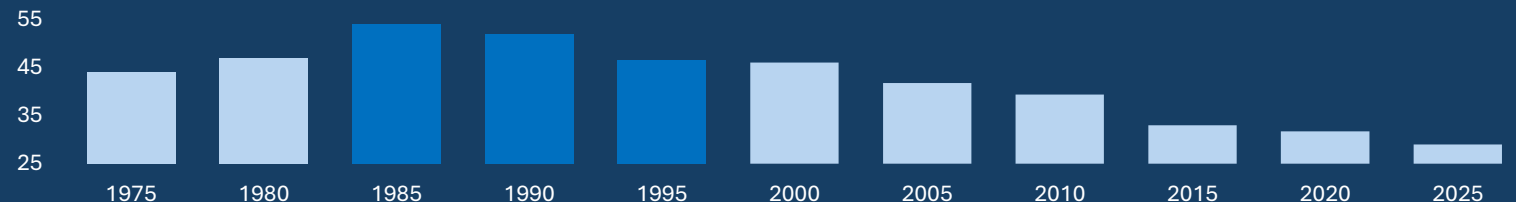




Step testing med målebil

Dele i mindre områder
for måling av natt forbruk (brukes også
På dagtid i små bolig områder)

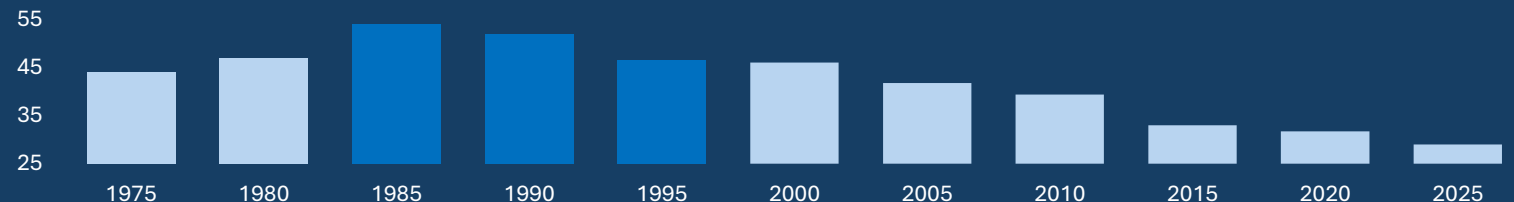
Aktiv lekkasje kontroll: 1985 - 1995



Linjegang – eller «skraping» med lytttestang



Aktiv lekkasje kontroll: 1985 - 1995



Fin lokalisering med korrelator og marklytting

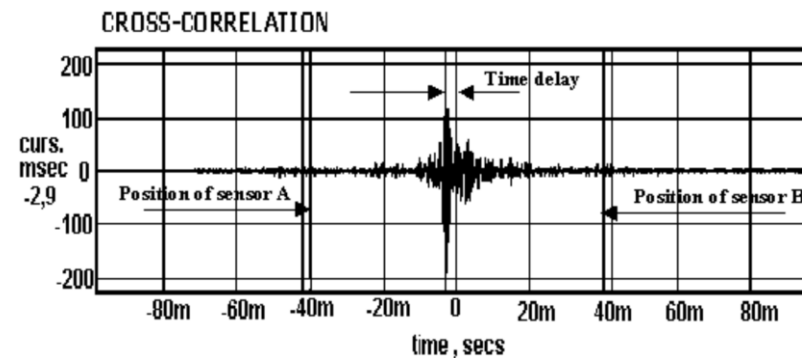
Akustisk korrelatorer ble først utviklet i 1979. Første utgave brukte i Bergen var så stor at det var montert i målebil. Mulighet for justering av frekvens var veldig begrenset.



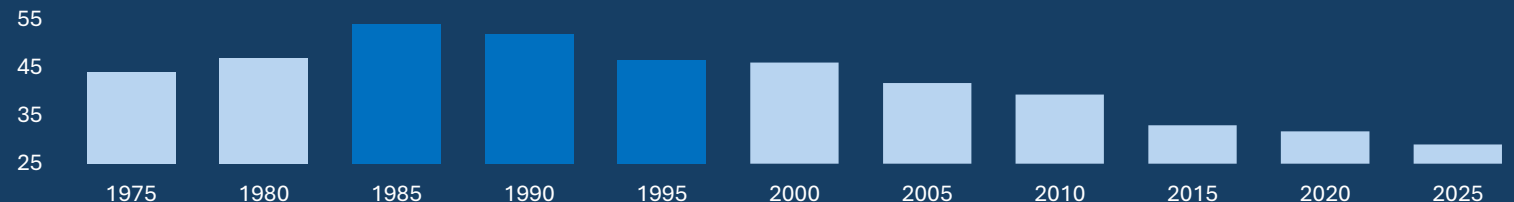
1979 korrelator



1990 korrelator



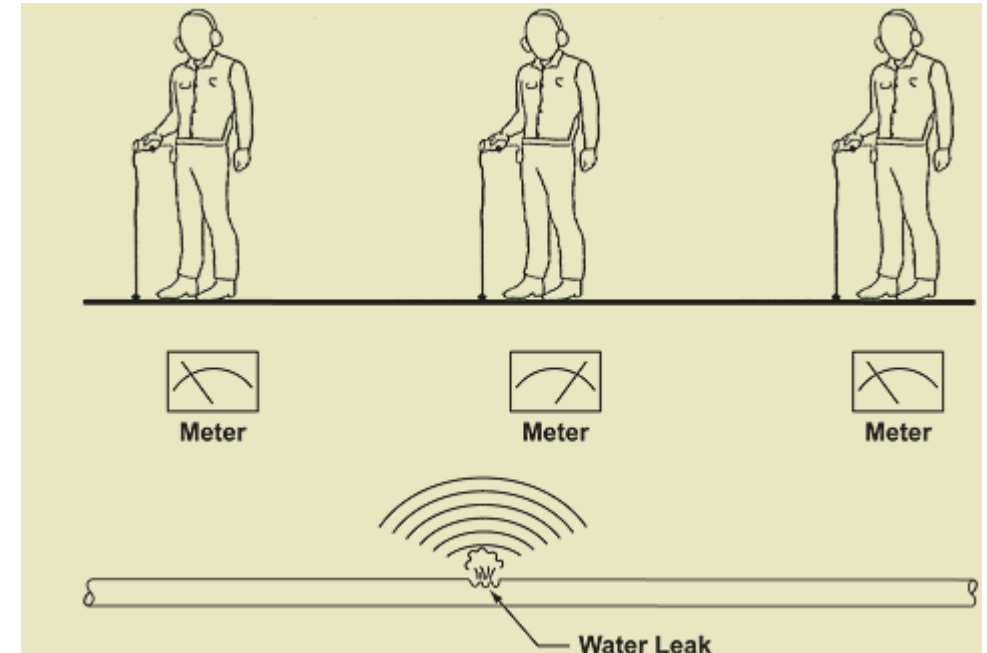
Aktiv lekkasje kontroll: 1985 - 1995



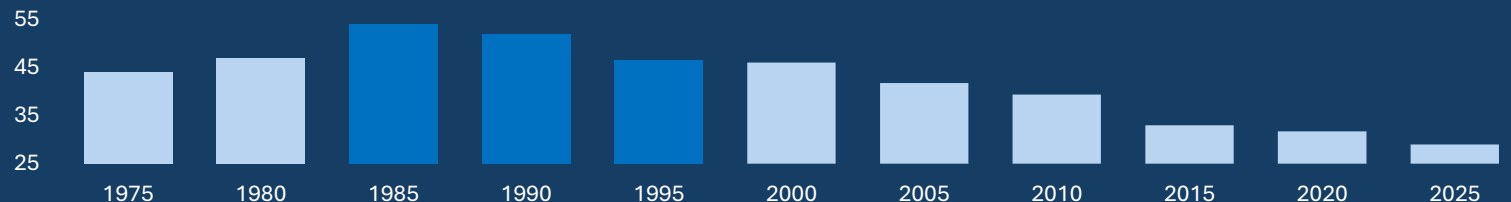
Marklytting med elektronisk bakkemikrofon (elefantfot)



Snart komt det marklyttere som kunne analysere lyd styrken i forskjellige frekvens område. I denne utgaven, er det mulig å velge mellom 8 forskjellige forhands definerte lyd frekvens. Operatøren velge den frekvens som synes å være fra lekkasje. Den har også elektronisk minne, og kan «huske» 8 forskjellige lyde nivåer.

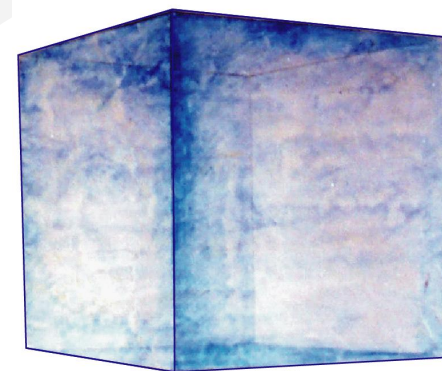
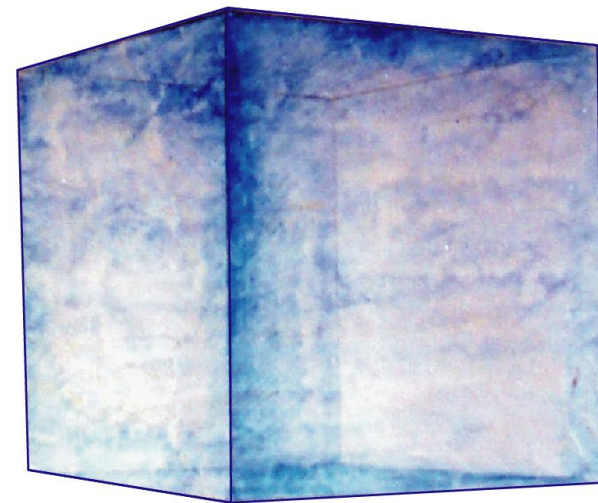


Aktiv lekkasje kontroll: 1985 - 1995

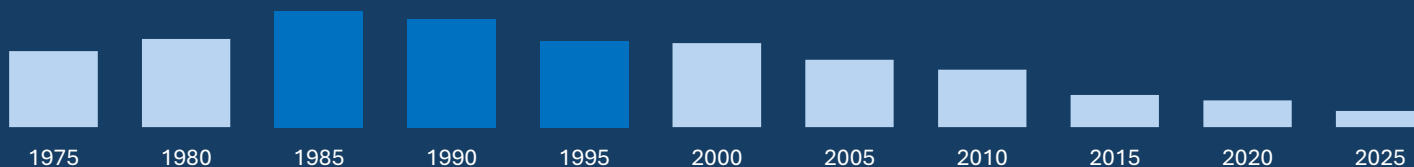


Forbruk reduseres fra 54 million m³/ år til 46 million m³/år

- Fra 700 liter per innbyggere per dag i 1988
- til 570 liter per innbyggere per dag i 1995



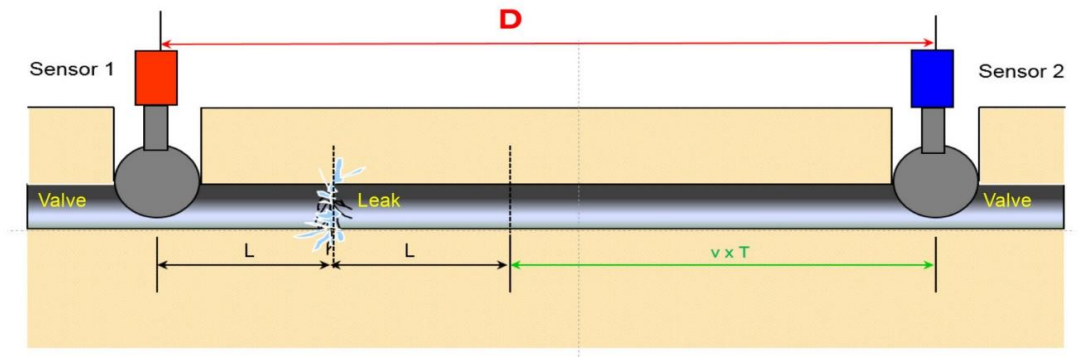
Aktiv lekkasje kontroll: 1985 - 1995



Utstyr og kompetanse for lekkasje lokalisering/ påvisning ble stadig bedre
 MEN – system for lekkasje KONTROLL mangler – lekkasje nivå er fremdeles for høy



Akustik korrelator



Formula

$$L = \frac{D - v \times T}{2}$$

Sample data

Time difference: $T = 0,021\text{ms}$
 Velocity: $v = 1280\text{ m/s}$
 Length: $D = 93,5\text{ m}$

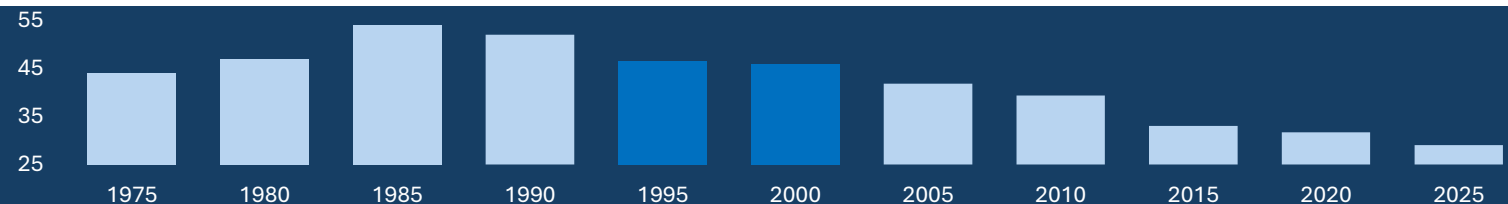
Result

$$L = (93,5\text{ m} - 1280\text{ m/s} \times 0,021\text{ s})/2$$

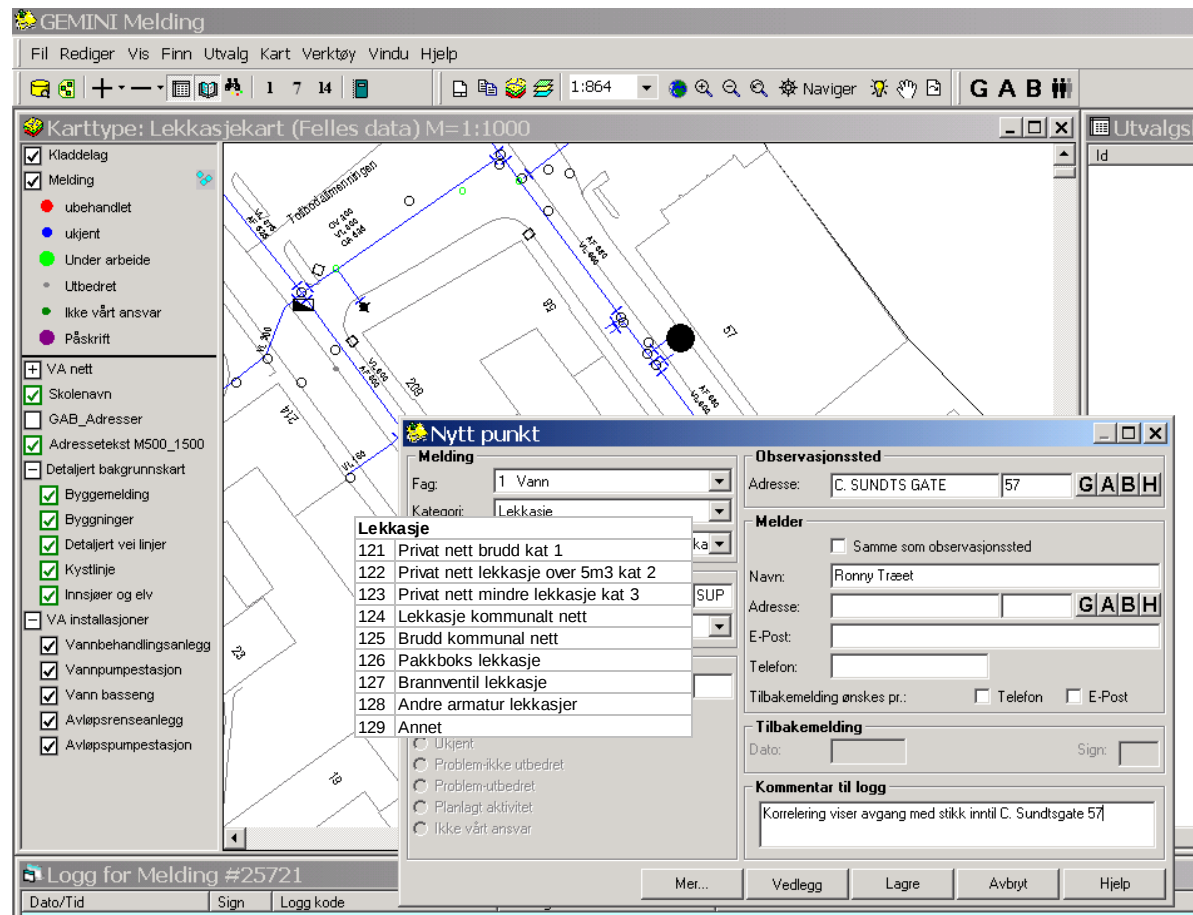
$$= 33,3\text{ m}$$

© Esders GmbH 2019

Aktiv lekkasje kontroll: 1995 - 2000



Prosjekt for lekkasje kontroll på tvers av avdelingene (myndighet – prosjekt – drift) starter rund 2000: fokus på reduksjon i lekkasjens løpetid

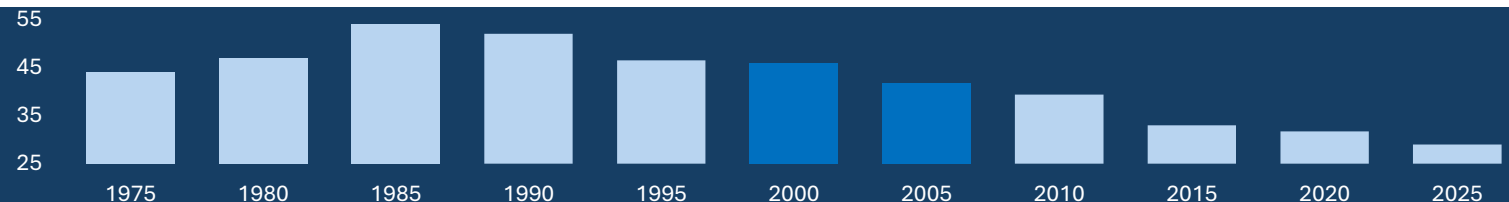


Utvikler system innenfor Gemini Melding

Registrer lekkasje for å sette fokus på utbedringstid

Lekkasjesøker kan se «ikke utbedret» lekkasje i Ledningskart.

REVALEK: 2000 - 2005

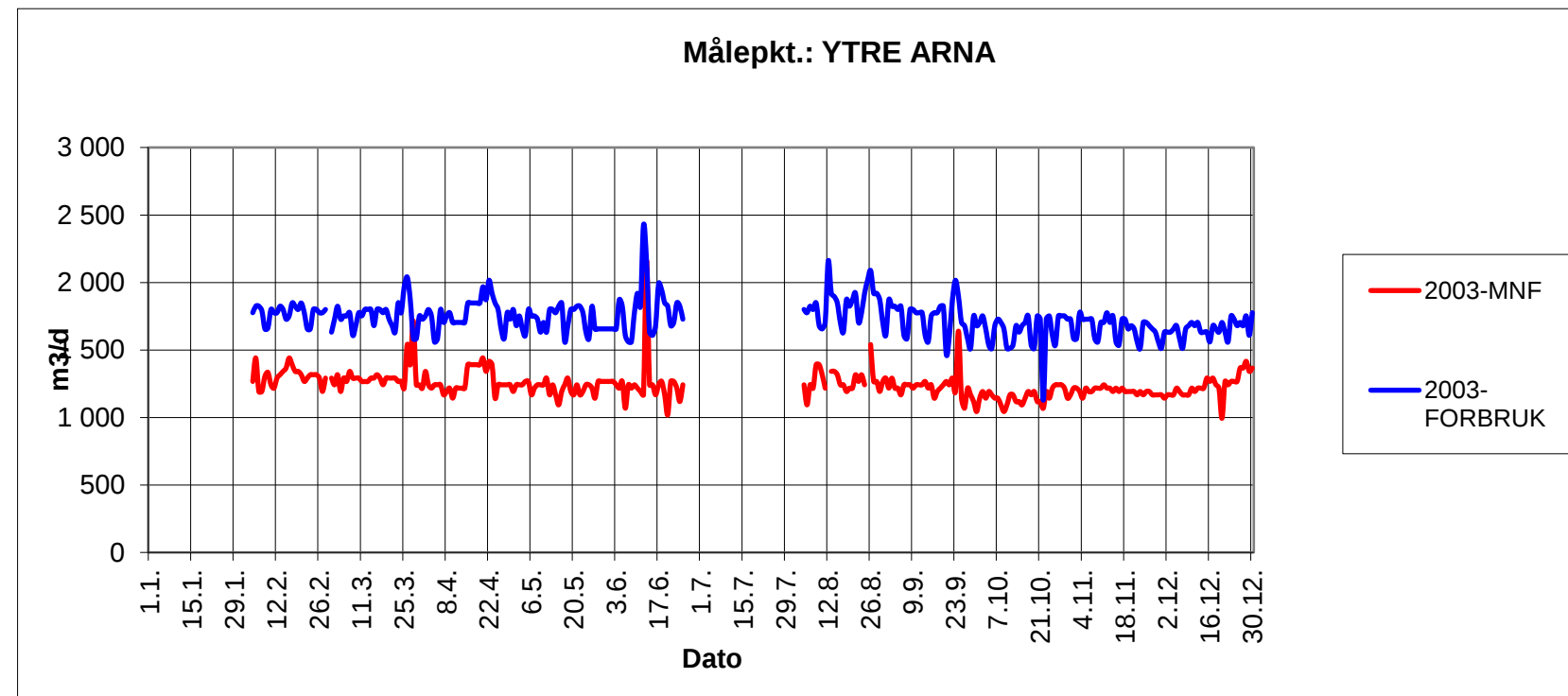


REVALEK – 2000-2004 reduksjon i lekkasjens løpetid

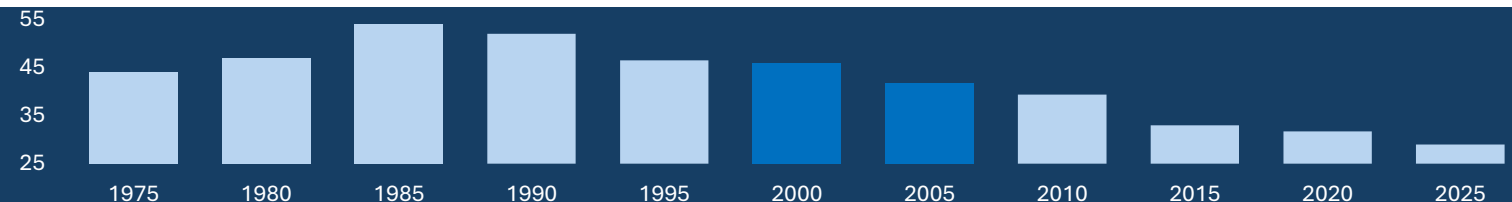
		$Q_{\min}$	(m3/t)		
		Q_t	(m3/t)		Tidsintervall kl.00:00 - 24:00 Samplingstid: = 1 min
	2003				
Dato	dag	Snitt.døgn		MNF ("0"-forbruk)	
		m3/t	m3/d	m3/t	m3/d
04.aug	ti	75,0	1 800,0	50,0	1 242,0
05.aug	on	74,0	1 776,0	44,0	1 093,0
06.aug	to	76,0	1 824,0	50,0	1 242,0
07.aug	fr	75,0	1 800,0	49,0	1 217,2
08.aug	lø	77,0	1 848,0	56,0	1 391,0
09.aug	sø	70,0	1 680,0	56,0	1 391,0
10.aug	ma	69,0	1 656,0	53,0	1 316,5
11.aug	ti	71,0	1 704,0	49,0	1 217,2
12.aug	on	90,0	2 160,0		
13.aug	to	80,0	1 920,0	54,0	1 341,4
14.aug	fr	79,0	1 896,0	54,0	1 341,4
15.aug	lø	77,0	1 848,0	53,0	1 316,5
16.aug	sø	71,0	1 704,0	50,0	1 242,0
17.aug	ma	68,0	1 632,0	50,0	1 242,0

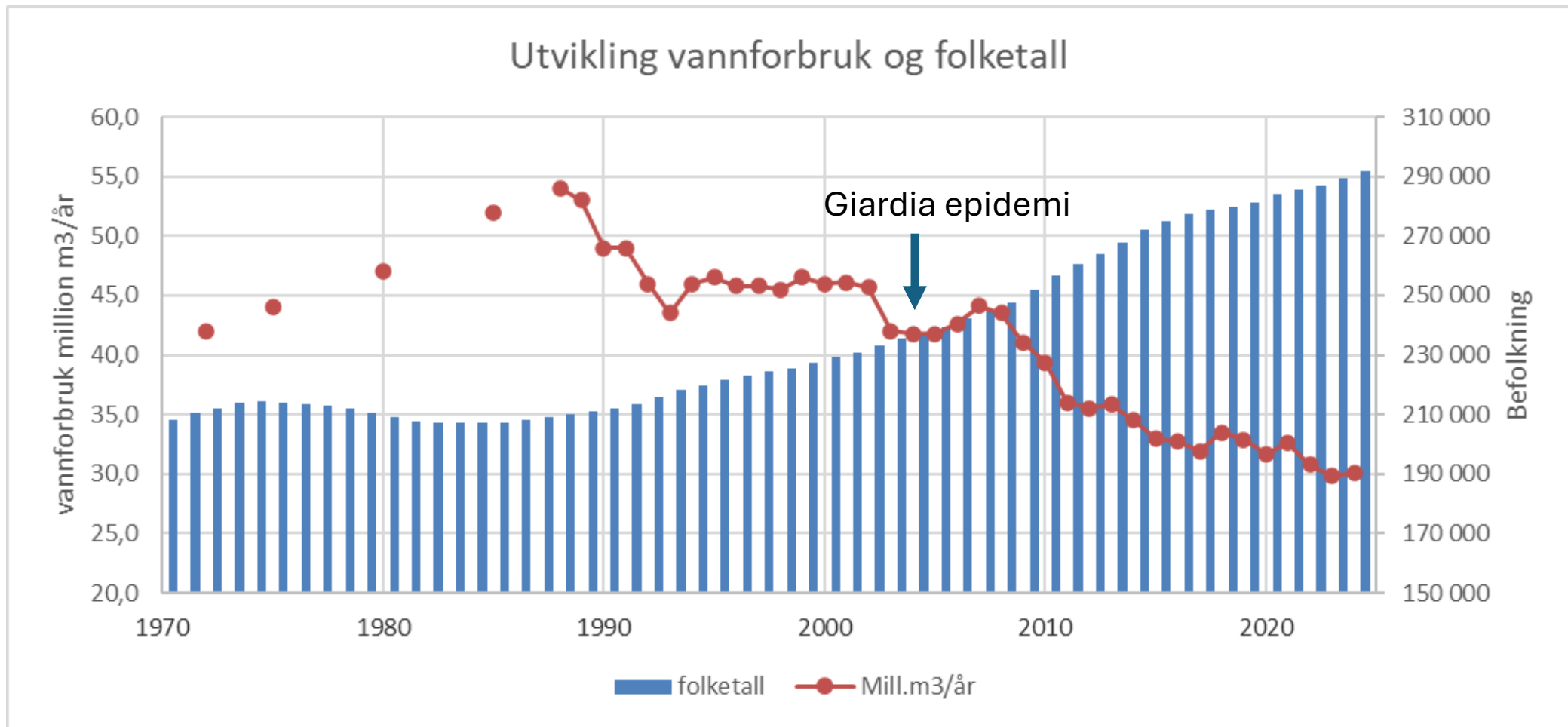
Redusere vannforbruk fra
46million m³/år i 2000
til
42 million m³/år i 2005

Kontroll på gjennomsnitt og minimum natt forbruk for ca 30 målesone



REVALEK: 2000 - 2005





2003 – 2005: EU prosjekt Tilde: Best praksis fra IWA

Water Loss

IWA TASK FORCE

Managing leakage by managing pressure: a practical approach

Water Loss

IWA TASK FORCE

Managing leakage by District Metered Areas: a practical approach

Water Loss

IWA TASK FORCE

Leak detection practices and techniques: a practical approach

Water Loss

IWA TASK FORCE

Assessing non-revenue water and its components: a practical approach

Best practice performance indicators: a practical approach

Water Loss

IWA TASK FORCE

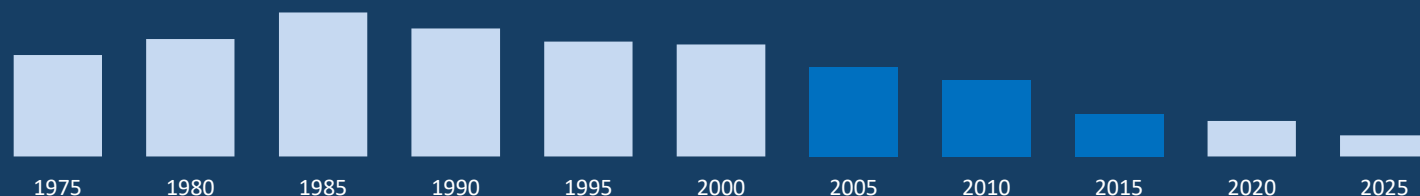
A practical
approach to
water loss
reduction

Water Loss

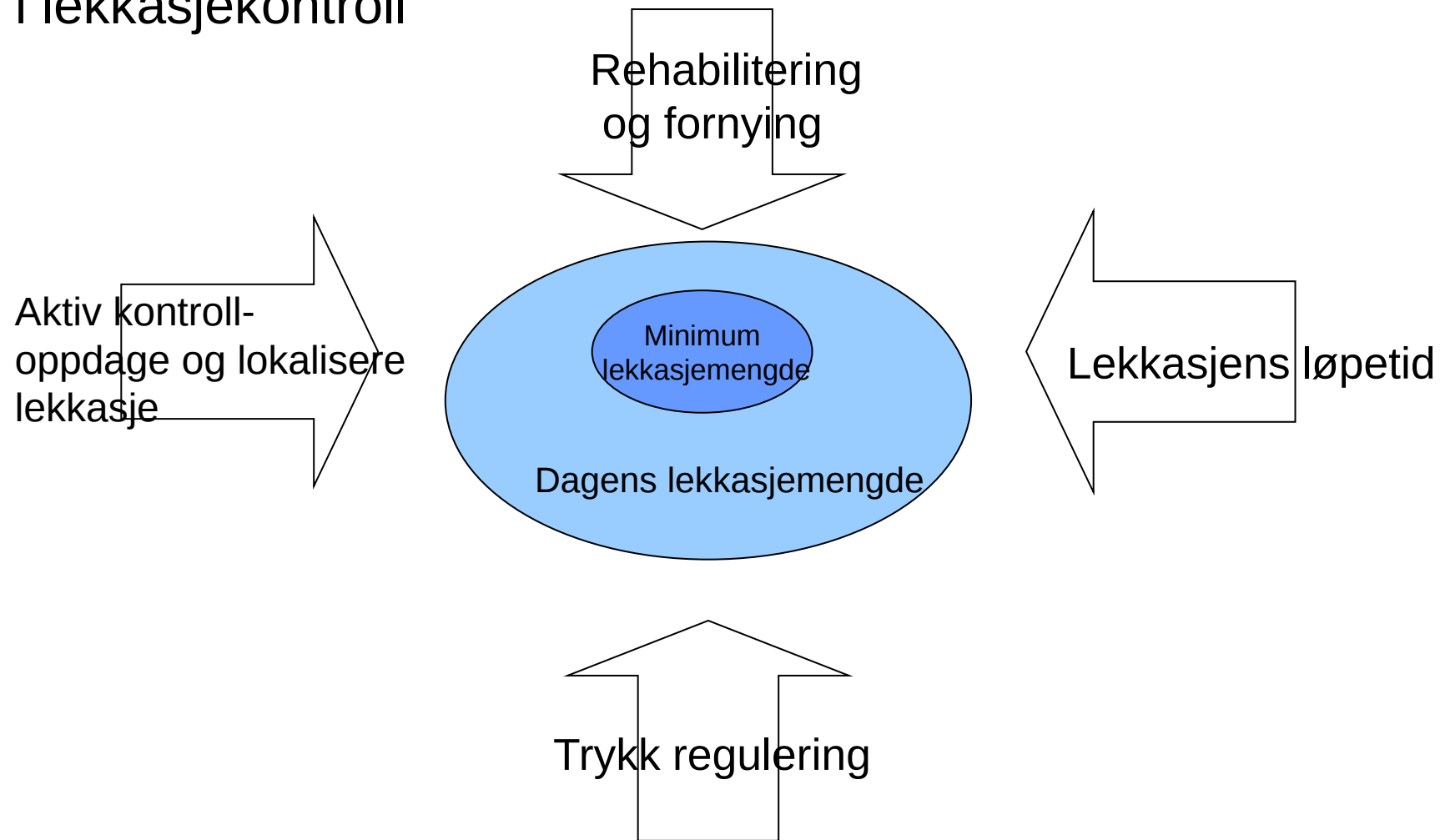
IWA TASK FORCE

Figure 1: The IWA's 'best practice' standard water balance

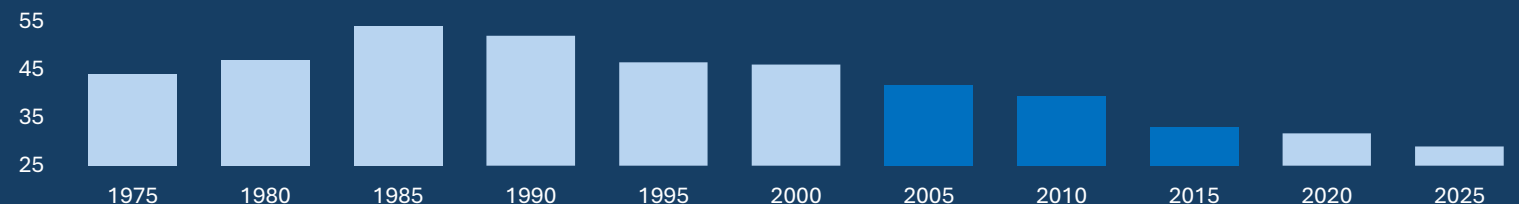
IWA Best praksis: 2005 - 2015



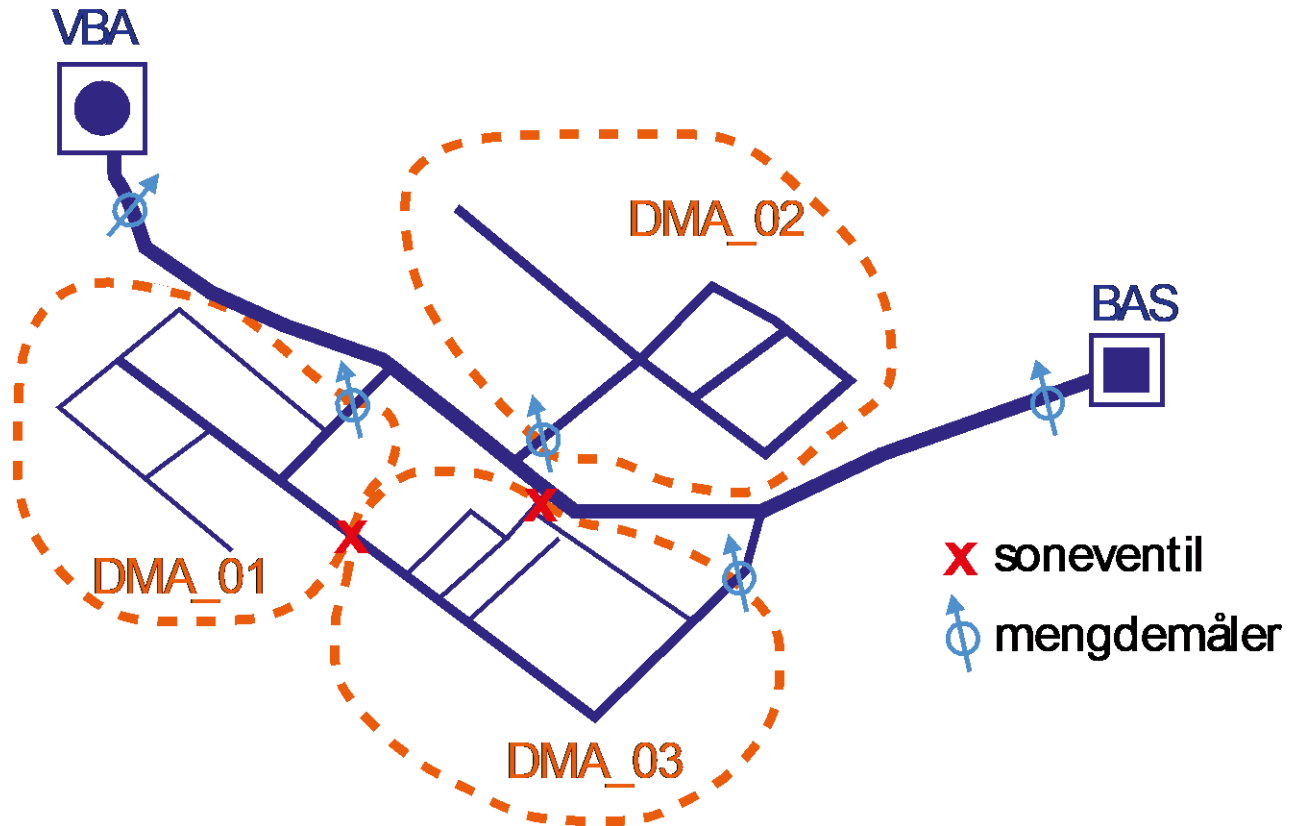
Hovedelementene i lekkasjekontroll



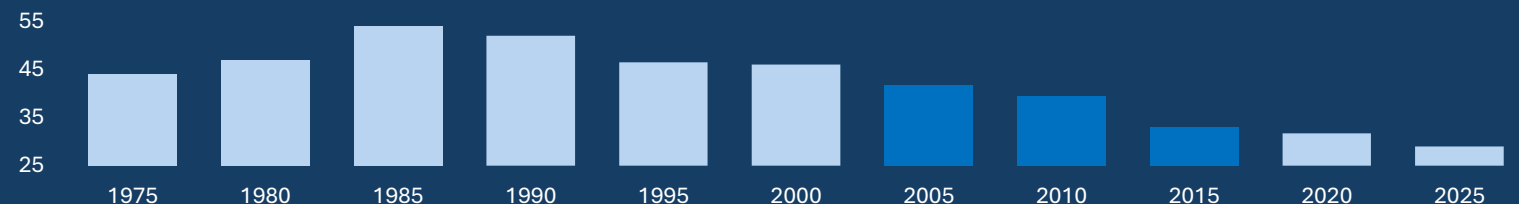
IWA Best praksis: 2005 - 2015



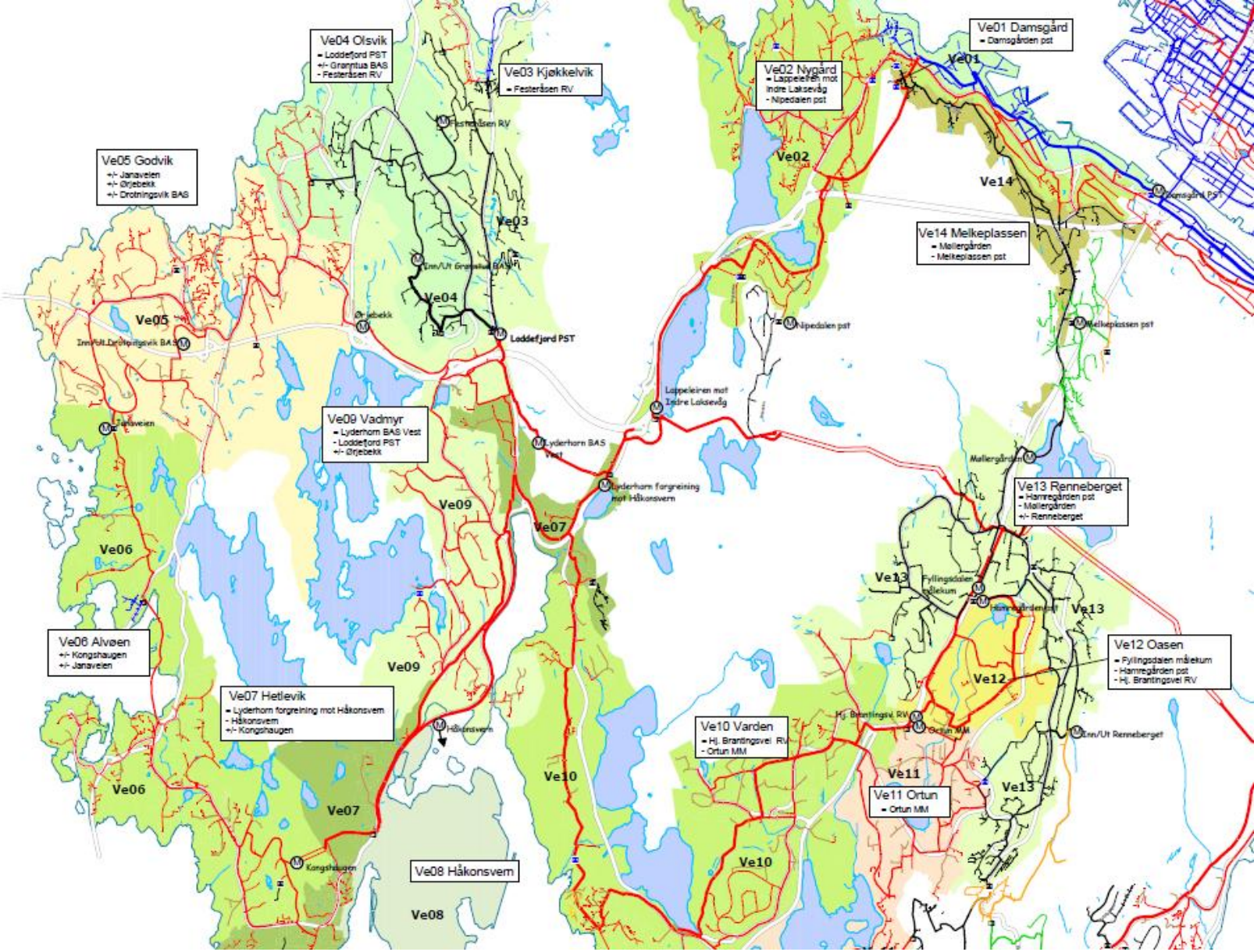
Målesone - prinsippsskisse



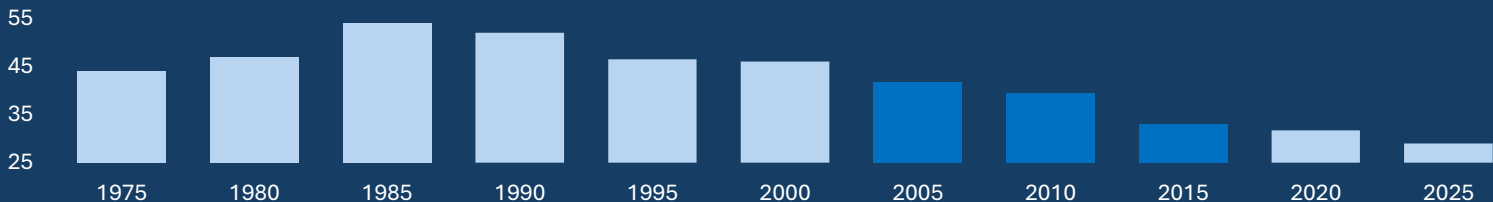
IWA Best praksis: 2005 - 2015

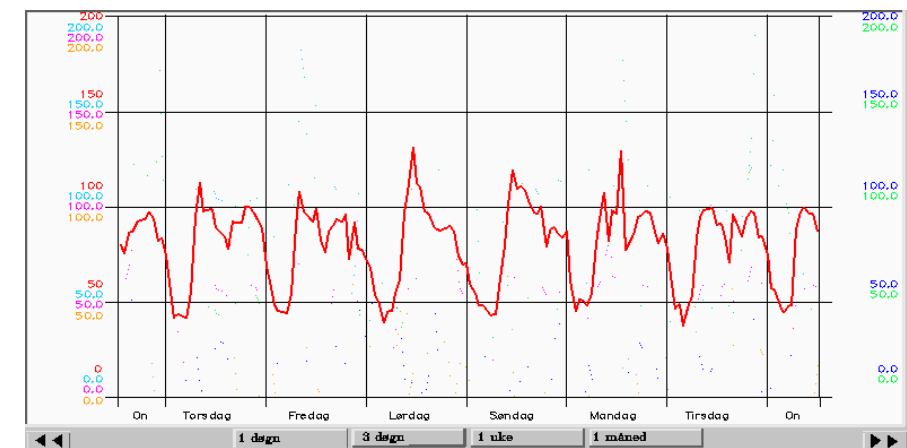
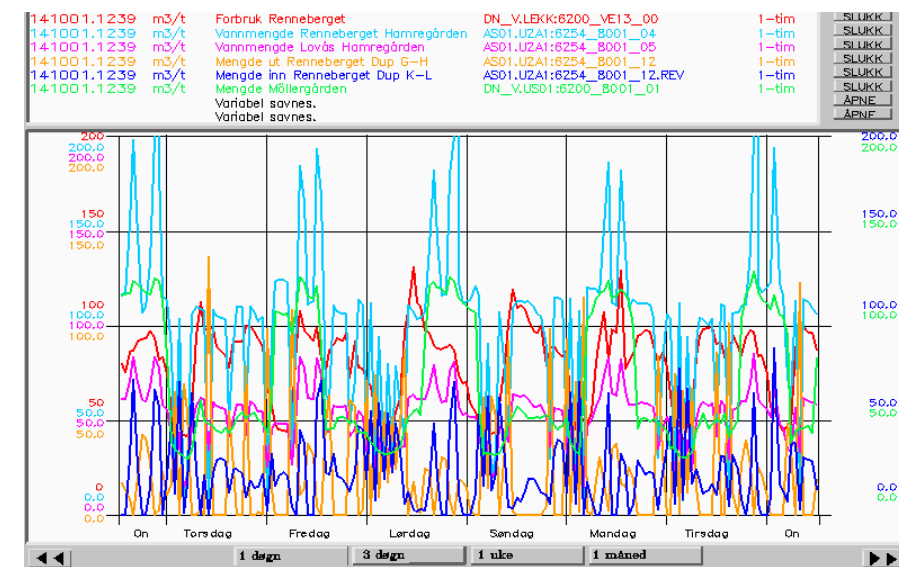
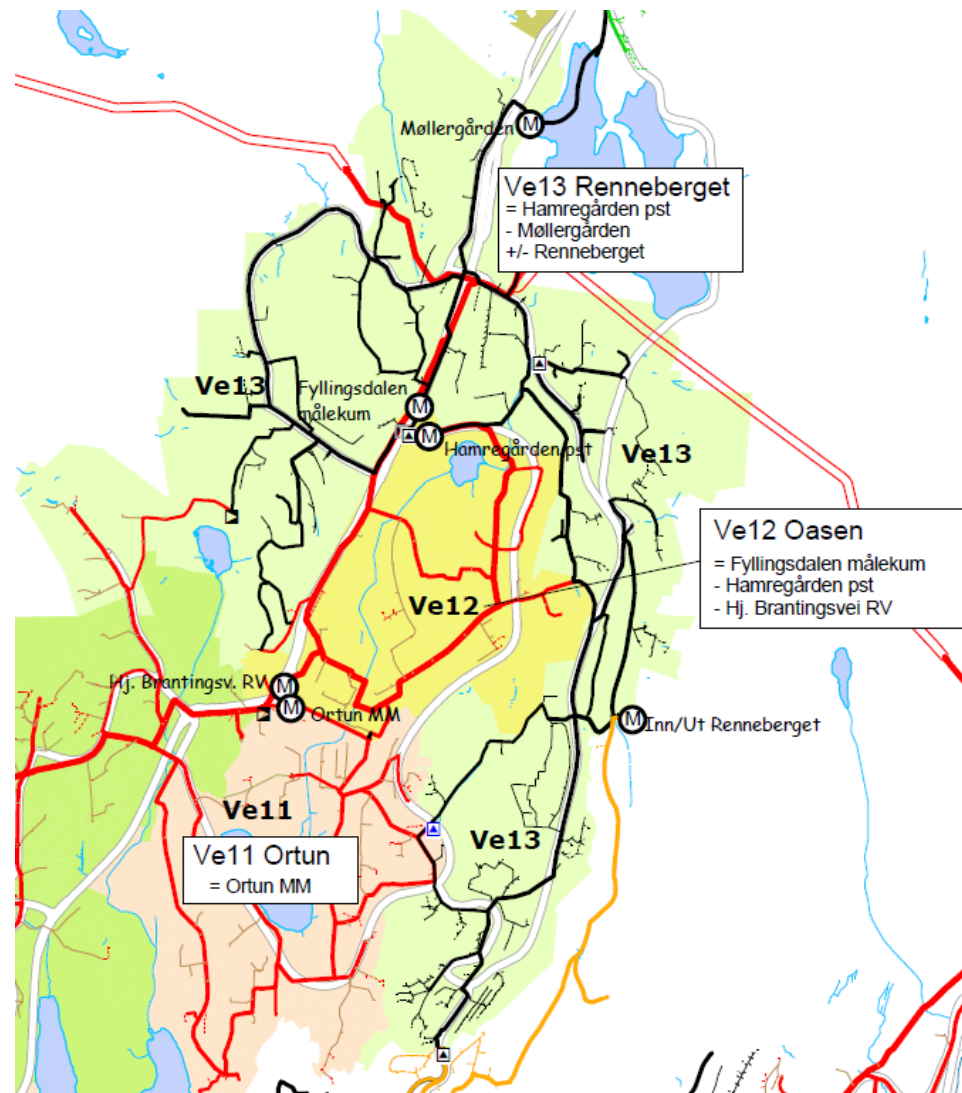


Målesone

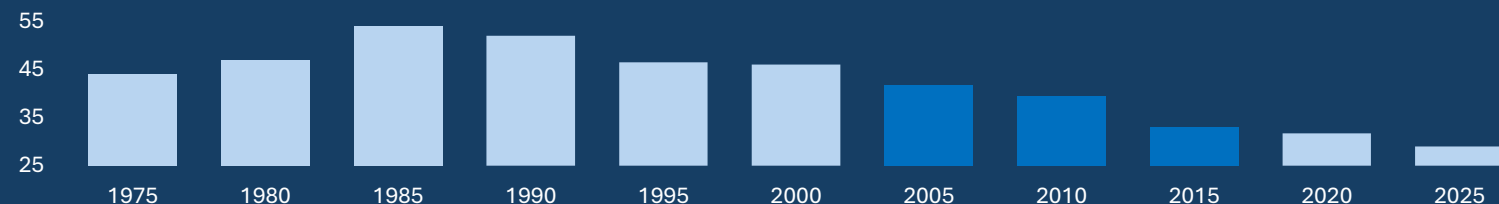


IWA Best praksis: 2005 - 2015

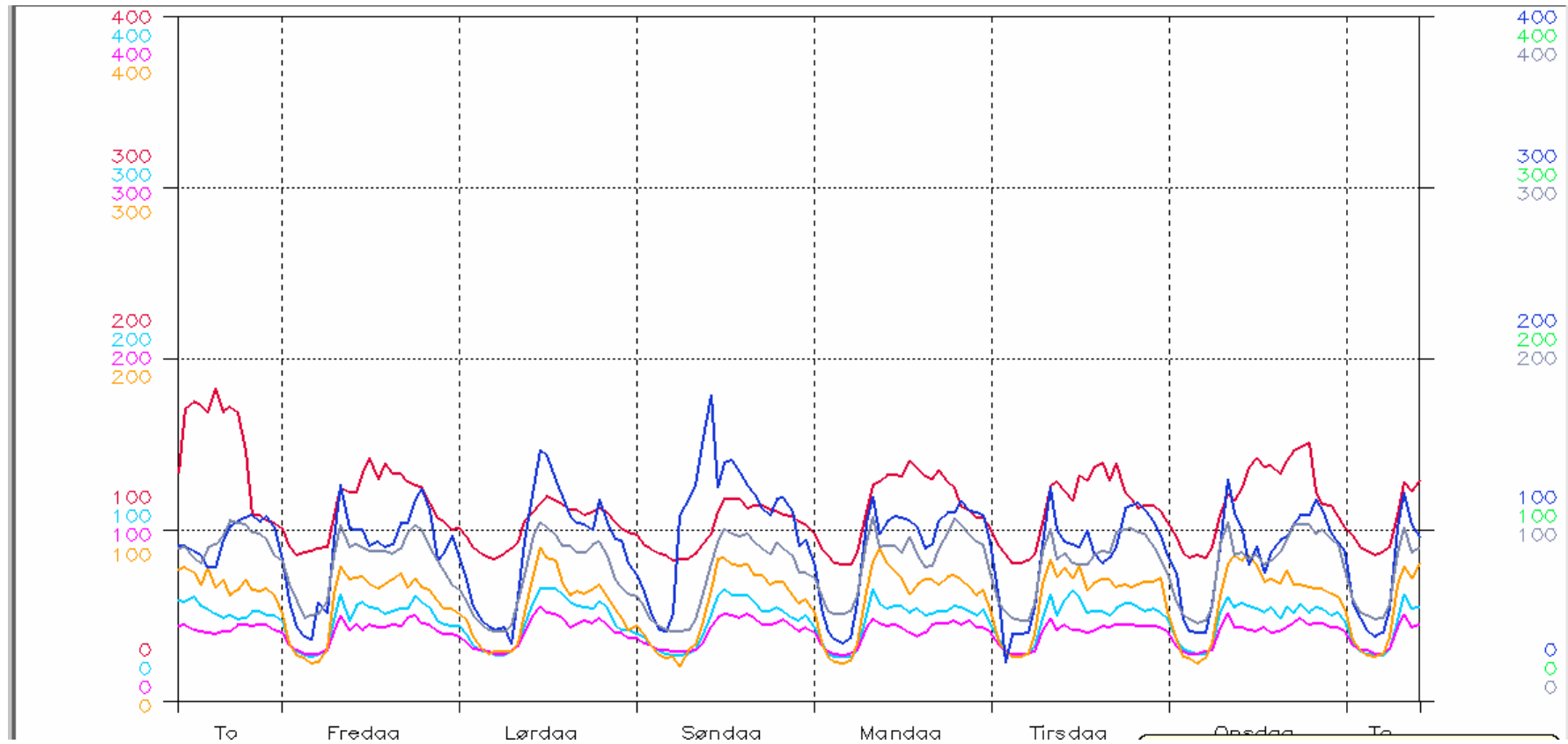




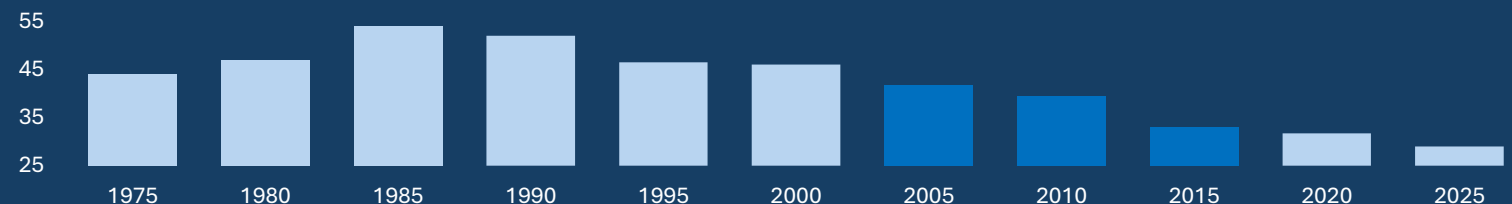
IWA Best praksis: 2005 - 2015



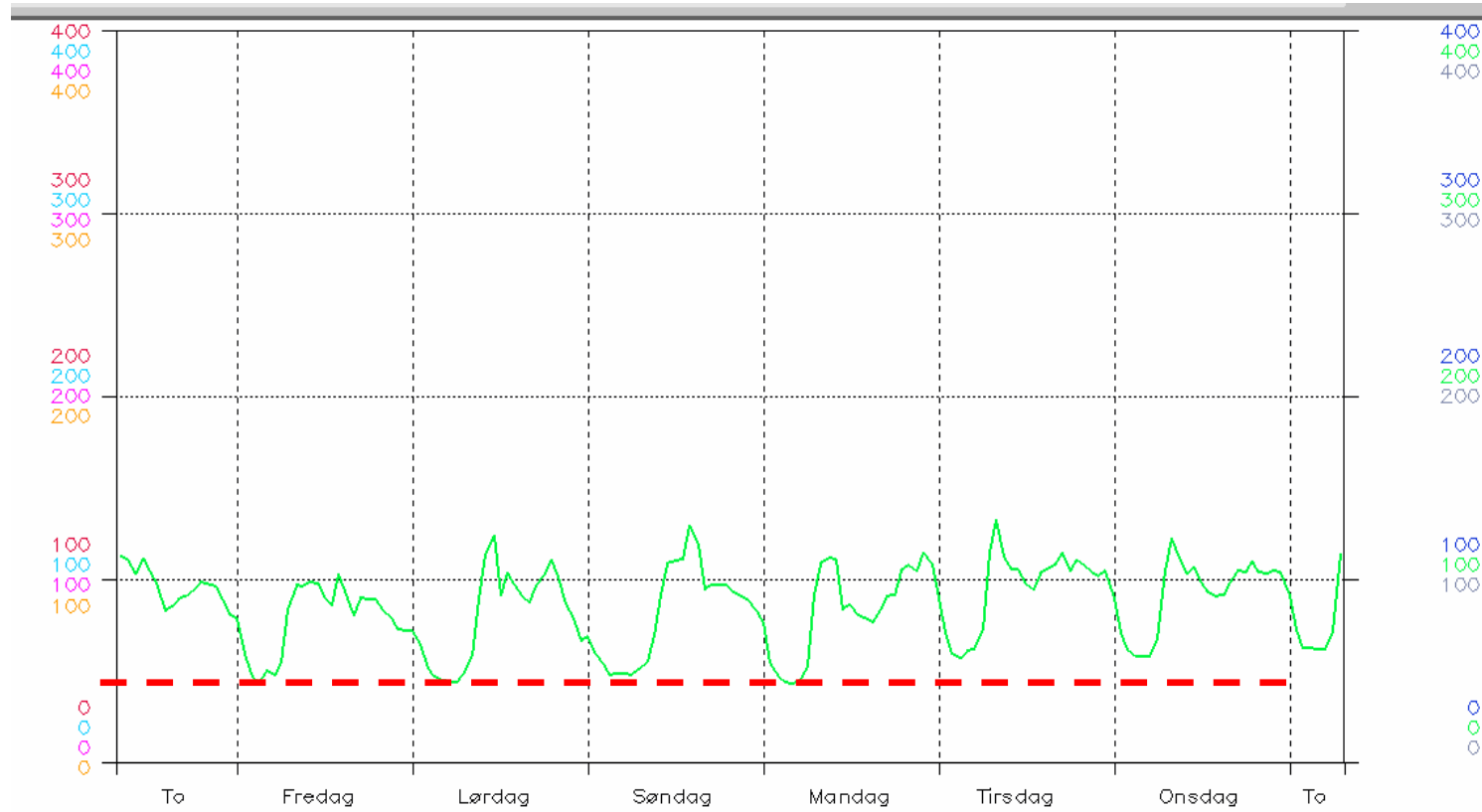
Kontrollere vannforbruk i alle målesoner hver morgen



IWA Best praksis: 2005 - 2015

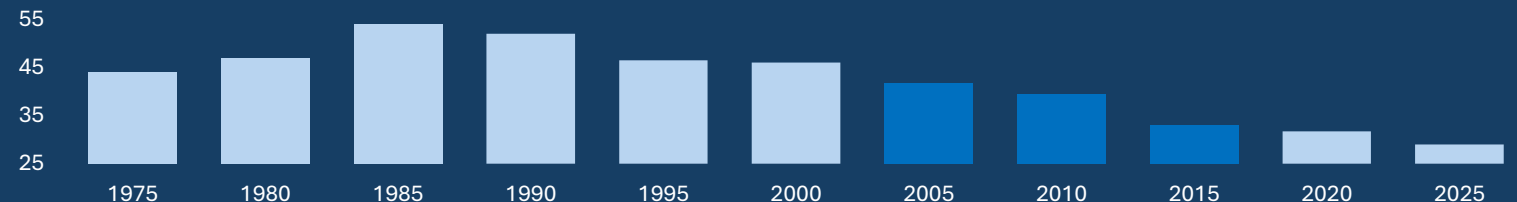


Økning i MNF – brudd (10-15m³/t – viste seg å være privat)



Anboring på felles stikk ledning. Felles ledning i PVC, anboringsklamre i aluminium og plast.

IWA Best praksis: 2005 - 2015



IWA Bunn-opp metode for beregning av vannlekkasje



- Husholdningsforbruk (stipulert som 0,6 l/person/timen + 0,5 liter/timen per adressepkt)
- Prosess industriforbruk (årsforbruk/365 dager / 24 timer)
- Næringsvirksomhet (ikke prosess industri) forbruk. (stipulert som 8 l/bedrift/timen)
- Dråpetapping på ledningsnett (stipulert som 40 l/km/timen)
- Dråpetapping ved an boring/tilkoblinger (stipulert som 3,5 l/adressepkt/timen)

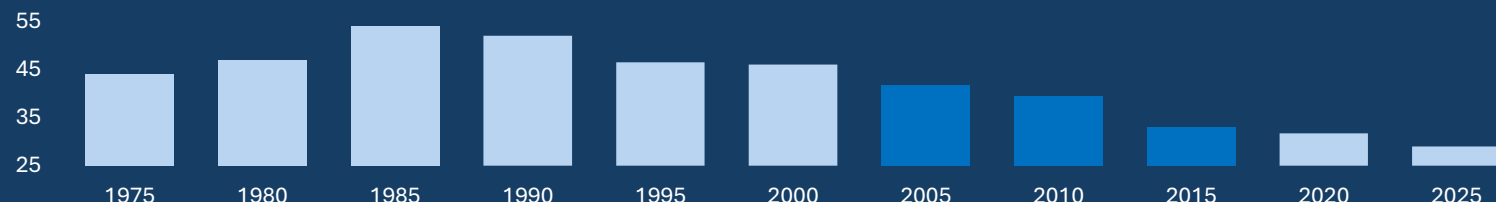
IWA Bunn-opp metode for beregning av vannlekkasje

Brukes til prioritere målesone for lekkasjesøking

- Bruk minimum natt forbruk som parameter for beregning av lekkasje
- Forskjell mellom målt MNF og teoretisk er lekkasjemengde for målesone
- Vekting mellom målesone baserte på: mengde vann, størrelse på sone og % lekkasje

DMA Ref Number	DMA Navn	Inngangsdata					Bakgrunn estimat				Bolig forbruk - natt			Næringsvirksomhet - natt					Lekkasje beregning					
		Trykk i nettet	Antall abb.	Antall påkobling	Lednings-lengde kommunal nett km	stikk lengde/påkobling m	Dråpe tapping - ledning l/hr	Dråpe tapping - påkobling l/hr	Dråpe tapping - abb. l/hr	Sum Dråpetapping l/hr	Antall bosatte	liter/t min natt time l/person/t	liter/t natforbruk bolig l/hr	Antall bedrifter (ikke prosess)	Antatt nattforbruk bedrifter l/nonhh/hr	Prosess bedrift	Sum bedrifter l/hr	Trade Night Use l/hr	Beregnet MNF m³/hr	Målt MNF m³/hr	Beregnet lekkasje m³/t	Lekk m/km/t	Lekk %	Prioritet
		m																						
No01	Eidsvågen	55	981	981	23207	24	1071	3961	566	5598	3286	0,6	1972	83	8	38193	2491	3155	11	54	43	1,9	80 %	0,7
No02	Ervik	55	496	496	12959	26	598	2003	286	2887	1415	0,6	849	44	8			352	4	20	16	1,2	80 %	0,5
No03	Tertnes	55	1447	1447	17734	12	818	5843	835	7496	4117	0,6	2470	98	8	20227	1319	2103	12	82	70	3,9	85 %	1,4
No04	Morvik	55	2830	2830	41909	15	1934	11427	1632	14994	10978	0,6	6587	275	8	63415	4137	6337	28	85	57	1,4	67 %	0,5
No05	Myrdalsskogen	55	663	663	5106	8	236	2677	382	3295	2258	0,6	1355	22	8			176	5	0	-5	0,0	0 %	0,0
No06	Støbotn	55	525	525	8745	17	404	2120	303	2826	1643	0,6	986	18	8			144	4	16	12	1,4	75 %	0,5
No07	Vågsbotn	55	1892	1892	37905	20	1749	7640	1091	10480	5327	0,6	3196	87	8	96605	6302	6998	21	72	51	1,4	71 %	0,5
No08	Flaktveit	55	1279	1279	8825	7	407	5164	738	6310	4432	0,6	2659	26	8	8629	563	771	10	18	8	0,0	0 %	0,0
No09	Rolland	55	1886	1886	25946	14	1197	7616	1088	9901	6670	0,6	4002	275	8	26056	1700	3900	18	65	47	1,8	73 %	0,7

IWA Best praksis: 2005 - 2015

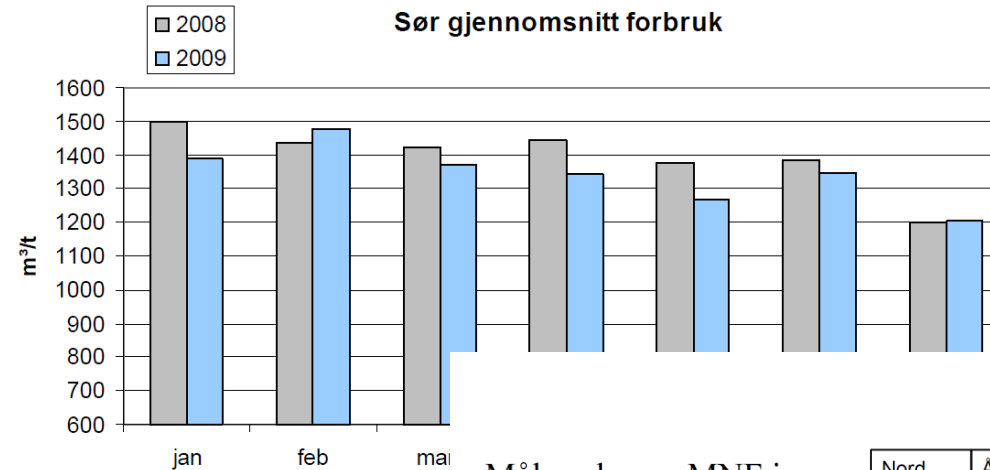
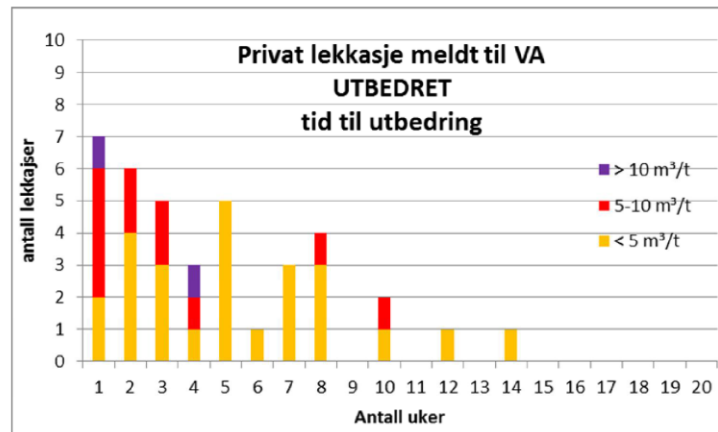
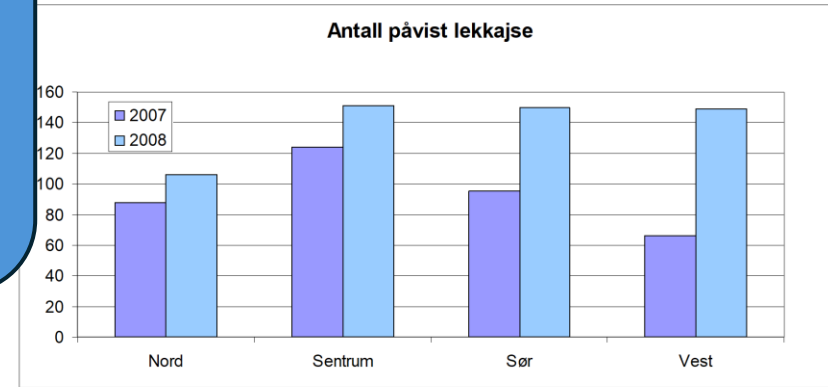
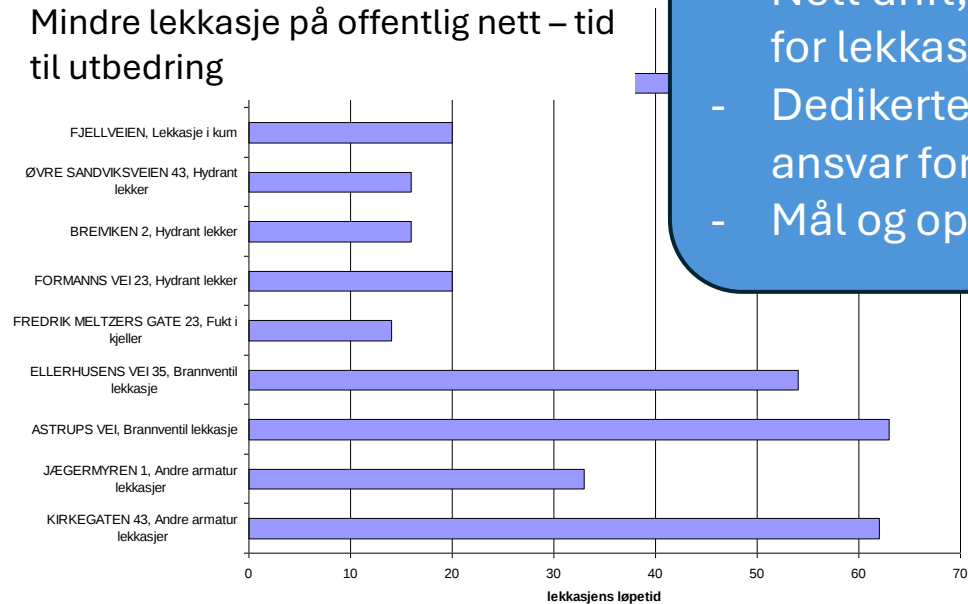


Organisering og ansvar

- Nett drift, som utbedre lekkasje, har ansvar for lekkasje nivå
- Dedikerte person ved myndighet med ansvar for pålegg og oppfølging
- Mål og oppfølging fra ledelse

Mindre lekkasje på offentlig nett – tid til utbedring

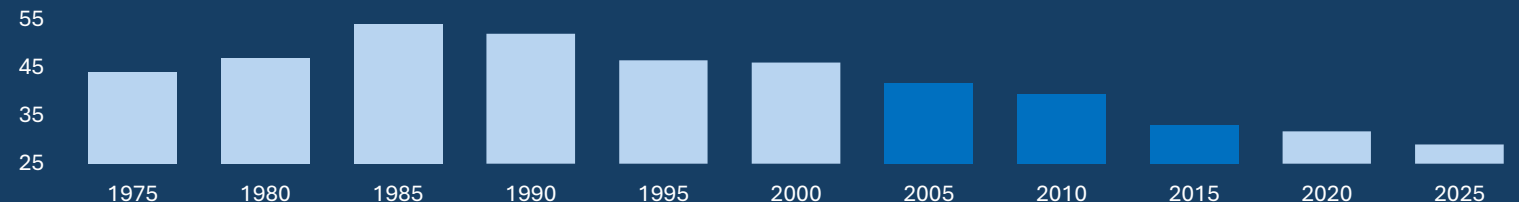
Lekkasje i sentrum

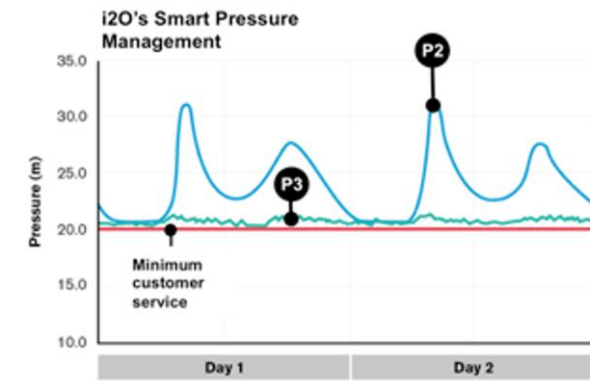
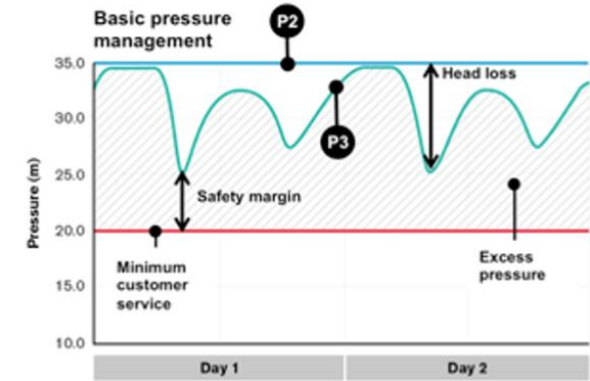
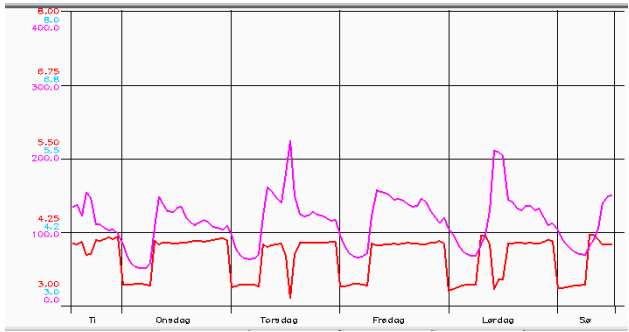
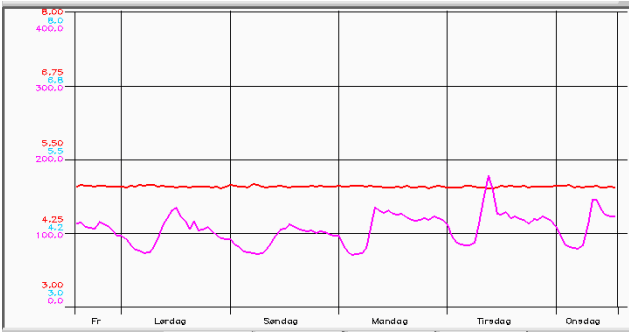
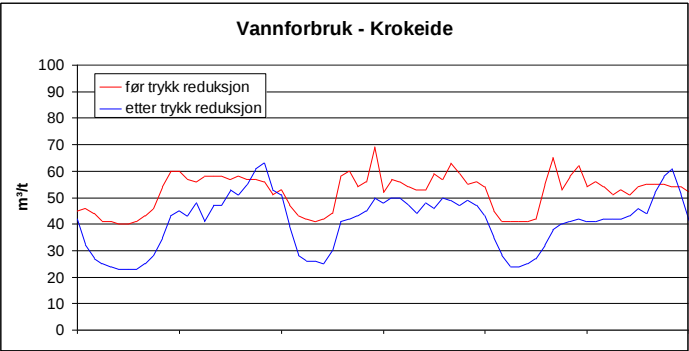


Mål: redusere MNF i Satsingsområdene med 50%

		MNF 2008 m3/t	Juni 2009	Mål m3/t
Nord	Åsane Senter	88	83	44
	Ytre Arna	82	38	40
	Vågsbotn	97	85	45
	Indre Arna	94	56	45

IWA Best praksis: 2005 - 2015

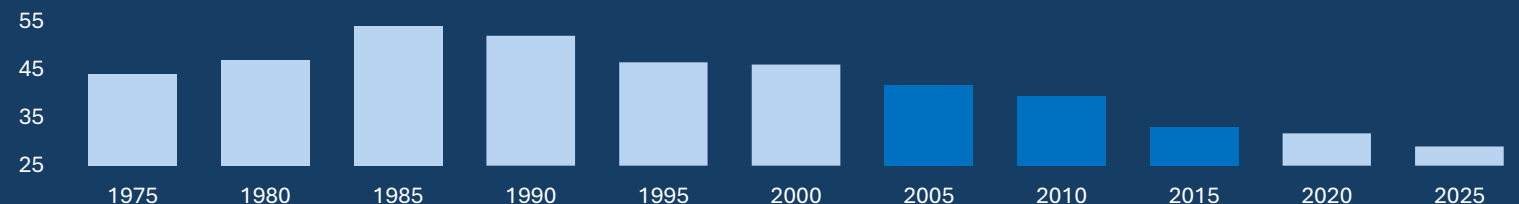




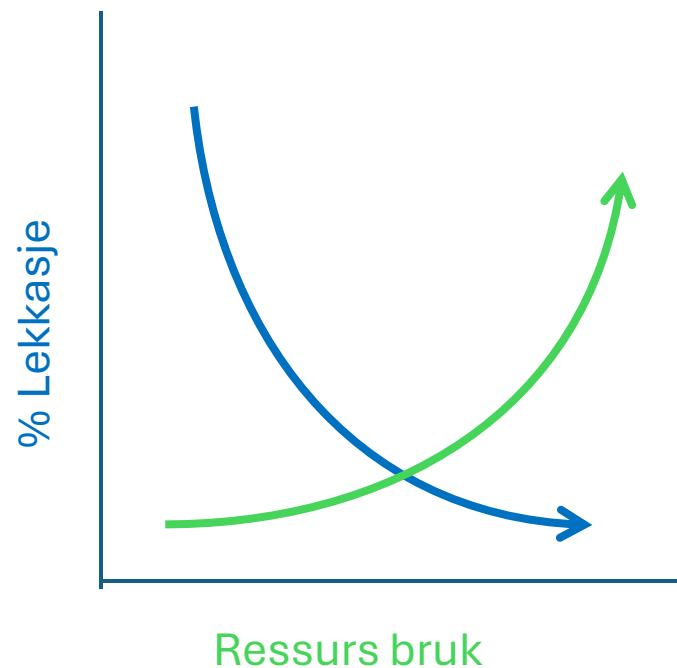
Vannforbruk reduserte fra 44 million m³/år i 2007 til 32 m³/år i 2017

Spesifikk forbruk fra 500 liter per dag per innbyggere til 315 liter per dag

IWA Best praksis: 2005 - 2015



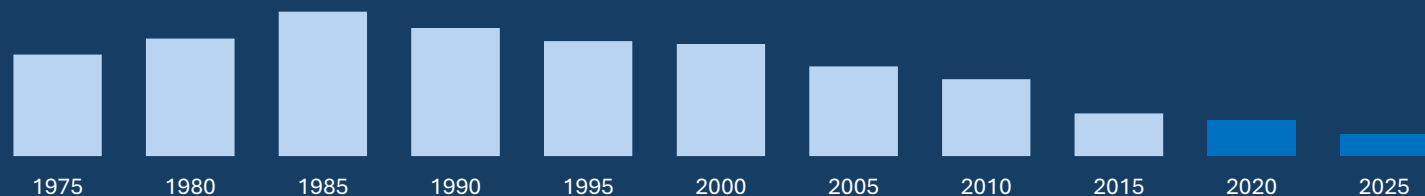
Ettersom lekkasje nivå ble lavere – Kreves det mer ressurs for ytterligere reduksjon

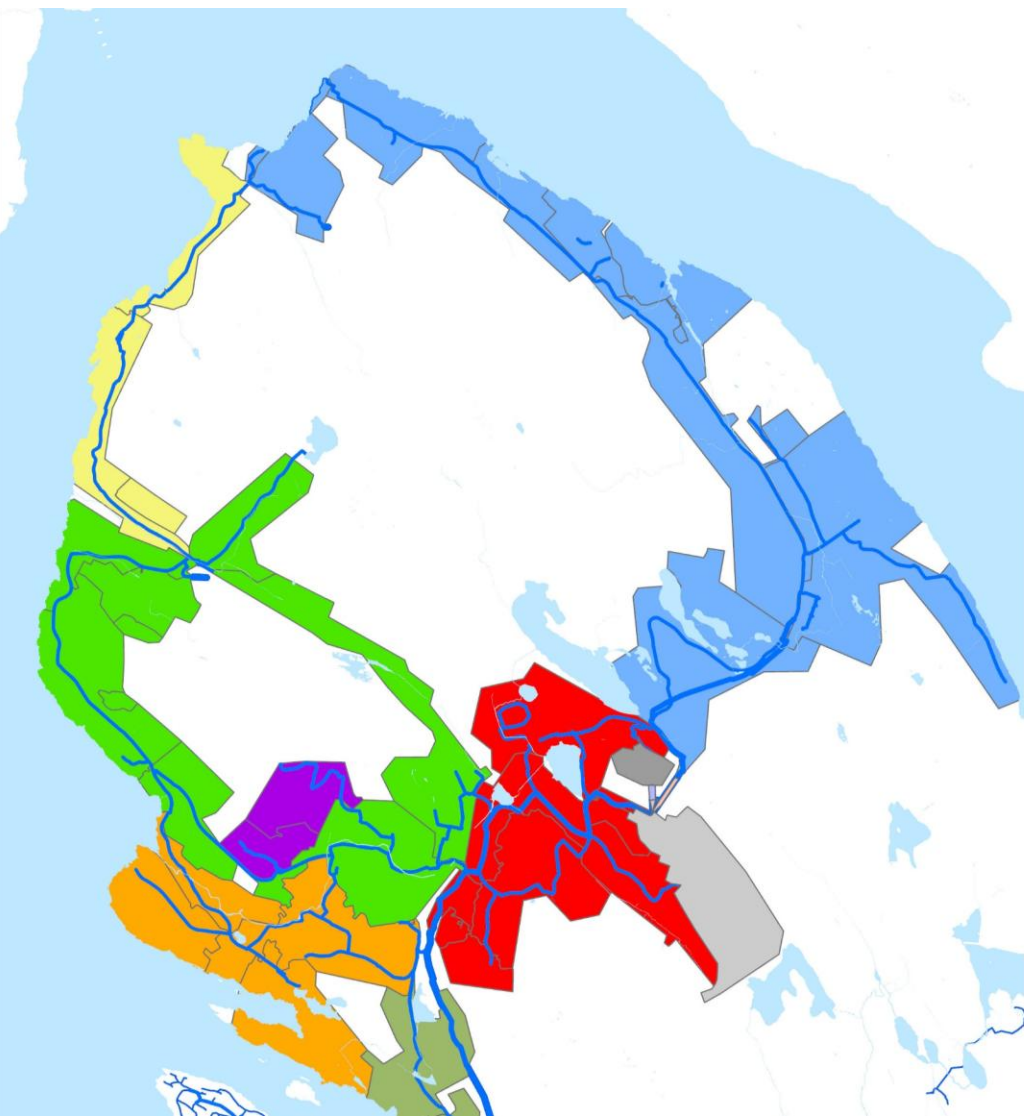


Delmålesone med kontinuerlig overvåking

- Mindre soner
- Målere kan måle i begge retninger
- Ikke flere stengte ventiler

IWA Best praksis: Del Soner 2020 - 2025





Bydel Åsane

Fra 7 til 34 målesone



Fra 4,55 million m³/år

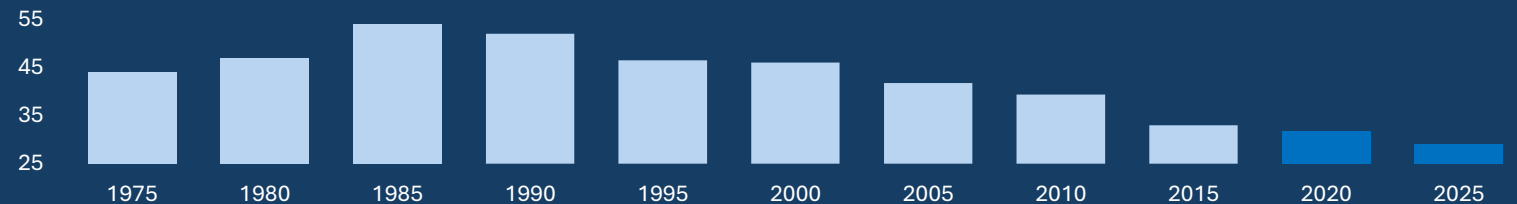
til

3,68 million m³/år

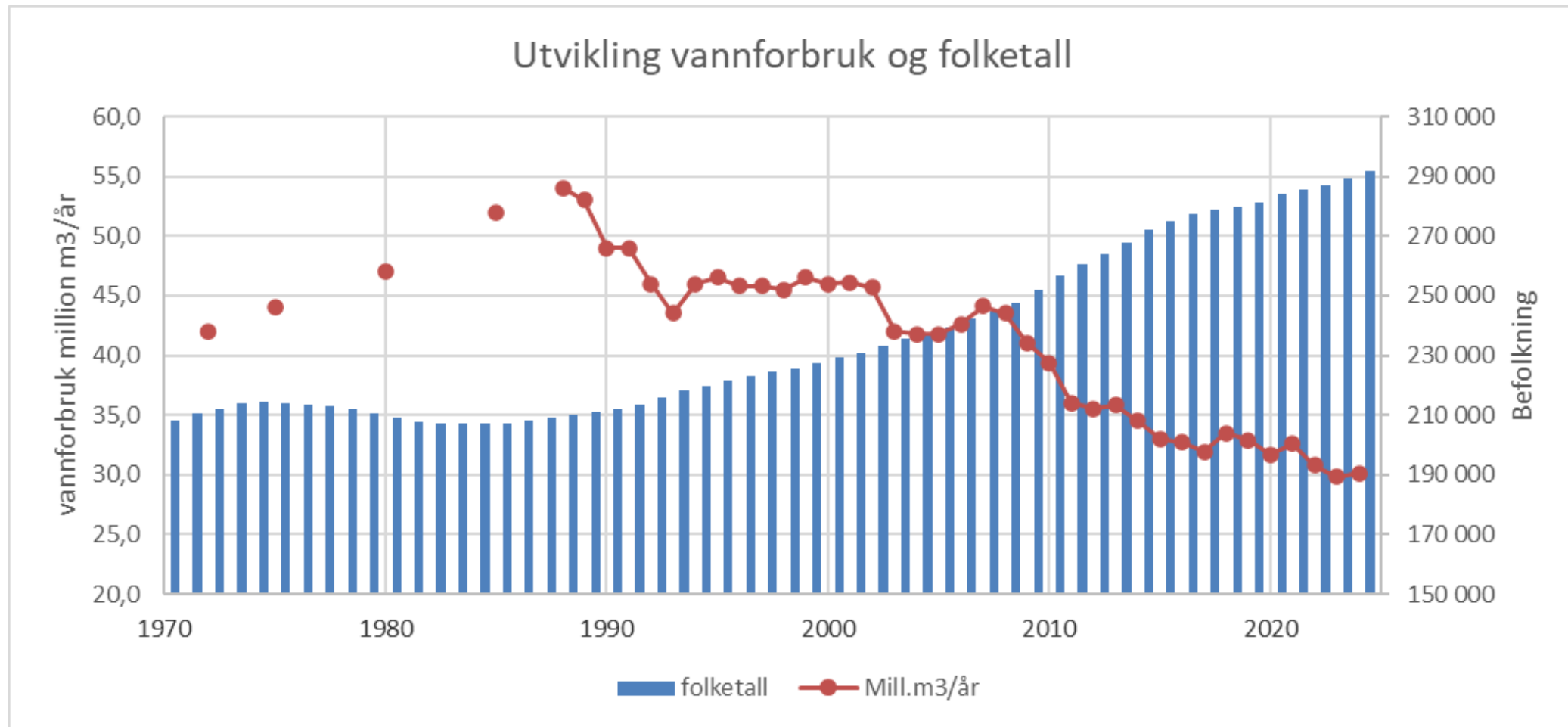


Prognose: fra 32 Mm³/år i 2020 til 29 Mm³/år i 2025

IWA Best praksis: Del Soner 2020 - 2025



Lekkasje kontroll i Bergen: 1975 - 2025



Årlig vannforbruk i Bergen Mm³/år

