

KOMMUNEDELPLAN FOR OVERVANN 2019-2032

Plan nr. 255 Tematisk kommunedelplan

Dato: 20.03.2020

Vedtatt i kommunestyret 27.05.2020



Forord

Byvekst og et klima i endring har utløst behov for en strategi som håndterer overvann i framtiden. Skademeldinger fra tilbakeslagsskader i bygninger, reparasjonsutgifter fra oversvømmelser av byrommet og veganlegg samt dårlig fremkommelighet på vegene vil gi økt fokus på klimatilpasning og spørsmålet om hvilken strategi kommunen har for å redusere konsekvensene.

I tillegg til den forventede klimaendringen har kommuneplanen en ikke realisert boligreserve på rundt 30.000 boenheter, noe som vil bidra til en økende belastning på eksisterende ledningsnett med flere asfalterte og tette flater og mindre naturlig infiltrasjon.

Kommunedelplan for overvann framsetter en strategi for hvordan Tromsø kommune kan etablere beredskap for mer intens nedbør, lengre perioder med snøsmelting, oversvømmelser fra bekkedrag og høyere stormflo enn vi har sett før.

Strategien er satt sammen av seks tiltak som legger føringer for juridisk bindende arealplaner og enkeltsaker etter plan- og bygningsloven.

Siden den har en tverrfaglig tilnærming, påvirkes virksomheten i flere kommunale seksjoner samt kommunal og privat utbyggingsaktivitet.

Forslag til kommunedelplan for overvann ble utarbeidet av vann og avløpsseksjonen. Arbeidet ble ledet av en styringsgruppe bestående av seksjonslederne i avdeling for bymiljø. Utforming av planen ble gjennomført i samarbeid med en tverretattlig arbeidsgruppe bestående av representanter fra seksjon for byutvikling, eiendom, bydrift, park, veg- og byggesak.

Kommunedelplan for overvann er kommunens overordnede strategi for en klimatilpasset og bærekraftig overvannshåndtering, som legger til rette for en by i vekst.

Vann og avløpsseksjon
Tromsø kommune

Tromsø 20.03.2020

INNHold

1. Hva er Tromsø kommunes strategi for håndtering av overvann? - Et sammendrag	4
2. Hvorfor en kommunedelplan for overvann?	8
2.1. Beredskap i framtiden – overvann og et klima i endring.....	8
2.2. Planens formål.....	8
2.3. Planens rettsvirkning og oppfølging	11
3. Overvann i Tromsø – En analyse av Tromsøs særtrekk	12
3.1. Klimaendringer – hva planlegger vi for?	12
3.2. Hva er overvann i Tromsø?	13
3.3. Landskapsanalyse	13
3.4. Topografi og nedbørsfelt - Tromsøs fordeler.....	15
3.5. Utbyggingsmønster	16
4. En overvannsstrategi for Tromsø.....	18
4.1. Tromsøs overvannsstrategi – en kombinasjon av ulike løsninger	18
4.2. Noen grunnleggende prinsipper for valg av strategien	19
4.3. Tiltak 1: Et separert, ledningsbasert overvannssystem	21
4.4. Tiltak 2: Avledning i bekker og grøfter.....	24
4.5. Tiltak 3: LokalOvervannsDisponering (LOD)	26
4.6. Tiltak 4: Blågrønnhvit faktor (BGHF)	29
4.7. Tiltak 5: flomveger	32
4.8. Tiltak 6: rensrutiner for vegger og sluk.....	33
4.9. Kostnader for åpne overvannsløsninger.....	34
5. Eierforhold til overvannssystemer	35
6. Sektoransvar for overvann.....	35
7. Overvannrelaterte arealformål og hensynssoner.....	36
8. Bestemmelser og plankart	38
8.1. Bestemmelser	38
8.2. Plankart.....	42
9. Handlingsdel.....	45
10. Litteratur	47
11. Vedlegg.....	48

Kommunedelplan for overvann tar utgangspunkt i utredningen «Positive og negative særtrekk knyttet til overvann» gjennomført av Norconsult i Tromsø (Sluttrapport - Framtidig overvannshåndtering Tromsø (2018) oppdragsnr. 5172490).

Fotoforside: Bilde (1), (3), (4) (Tromsø kommune); bilde (2) overvann Strandtorget (T. Hammer)

Viktige faguttrykk

Avløp	I felles system: sanitært avløp og overvann; i separert system: kun sanitært avløp
Avrenningslinjer	Modellerte linjer som viser hvor overvann vil bevege seg i terrenget.
Avskjærende overvannsgrøfter	Samler avrennende overvann og tilfører det til en bekk, sjø eller et LOD anlegg.
Betongfrost	Frosttype der vannmettet jord fryser og forhindrer infiltrasjon.
Blågrønne strukturer/korridorer	Vegetasjonsbelte med rennende eller stående vann som kan være tørr i perioder.
Blågrønn faktor/ Blågrønnhvit faktor	Metode i uteromsplanlegging som kompenserer for bebygd og dermed impermeabel areal.
BYA %	Prosent bebygd areal angir forholdet mellom bebygd areal og tomtearealet.
Dimensjonerende nedbør	Nedbørintensitet (I) som for ulike varigheter (V) kan forventes å forekomme med en viss hyppighet/frekvens (F). Mao. nedbørintensitet som kan forventes å bli overskredet én gang i løpet av 100-år, 50-år, 10-år, etc.
Drensvann	Samlet vann på eller under bakken.
Dypvannsutslipp	Utslipp i sjøen på steder med god dybde.
Felles system	Ledningssystem der avløp og overvann transporteres i samme ledning.
First flush – last flush	Første, mest forurensede avrenning ved en nedbørshendelse; den siste avrenningen (smeltevann) fra et snødeponi med oppsamlede forurensning.
Flomveg – primær/sekundær	Avrenning på overflaten på definerte veger/korridorer (primær = hovedflomveger; sekundær = mindre flomveger som tilfører overvann til hovedflomvegen).
Fordrøyning	Forsinker avrenning og holder vannet tilbake dvs. mellomlagring av overvann.
Fornyelse av ledningsnett	Rehabilitering og/eller omlegging fra felles til separat ledningssystem.
Frakobling av takrenner	Koble takvannet fra ledningsnett og lede vannet ut f.eks på plen eller fordrøyningsløsninger.
Gjentaksintervall	Returperiode av nedbørintensiteten som kan forventes å bli overskredet én gang i løpet av en gitt tidsperiode, f.eks. 100-år.
Glasopor	Skumglass som består av 20 % glass og 80 % luft.
Infiltrasjon	Inntrengning av vann fra overflaten og ned i grunnen.
IVF kurve	Intensitet-, varighet- og frekvensverdier. IVF-statistikk angir hvilken nedbørs-intensitet man må forvente for ulike varigheter og for ulike returperioder.
Kapillære krefter	Kapillært vann er den delen av jordvannet som finnes bundet ved kapillarkrefter i det nettverket av fine porer og kapillarer som gjennomvever jorden.
Kjøving	Issvelling
Klimapåslag/klimafaktor	Påslag som anbefales å legges på dagens dimensjonerende nedbørverdier for å ta hensyn til den forventede endringen fram mot slutten av århundret.
Laveste sone	Lavtliggende områder, der tidevann influerer ledningsnett, f.eks. på fyllinger.
Lavbrekk/høybrekk	Dalbunn/bakketopp.
LOD	Lokal Overvanns Disponering – samlebetegnelse for mange typer løsninger, der overvann infiltreres og/eller fordrøyes lokalt.
Marin grense	Marin grense angir det høyeste nivået som havet hadde nådd etter siste istid.
Nedbørsfelt	Område med felles avrenning fra vannskille til vassdrag eller sjø.
Nødoverløp	Nødoverløp som hindrer oppdemming av vann.
Oppstrøms/nedstrøms	I retning mot strømmen/med strømmen.
Overflatebaserte løsninger	Ikke nedgravde, åpne fordrøynings- og infiltrasjonstiltak.
Overvann	Overflateavrenning som følge av nedbør eller snøsmelting eller havnivåstigning.
Partikkelfjerning	Mikrosiling og flotasjon som metode for partikkelfjerning i vann.
Permeable overflater	Et drenerende dekke som infiltrerer overvann.
Pumpestasjoner	Brukes for trykkavløp.
Primærrensing	Mekanisk renseprosess som fjerner organisk materiale gjennom siling.
Regnbed	Beplantet terrengforsenkning for å oppnå infiltrasjon og fordrøyning.
Resiliens	Evnen å gjenopprette balansen i systemet.
Resipient	Mottaker (hav, elv, grunnvann) av behandlet eller ubehandlet avløps-/overvann
Sandfang	Kum, tank e.l. for utskilling/opsamling av sand fra avløpsvann.
Sekundærrensing	Mekanisk, kjemisk og biologisk renseprosesser koblet etterhverandre.
Separert system	Avløpssystem bestående av separate spillvannsledning og overvannsledning
Ruhet	Friksjonen mellom vann og berøringsflate.
Swale	Engelsk uttrykk for gresskledd vannveg
Treleddsstrategi	Prinsipp for overvannshåndtering: (1) infiltrere; (2) fordrøye; (3) avlede
Uteromsplan	En plan som viser hvordan den ubebygde delen av tomta er utformet.
Vadi	Annet ord for swale.
Vassdragsmyndighet	Vurderer inngrep i vassdrag; gir konsesjon. NVE er den overordnede vassdragsmyndigheten, kommunen har lokal vassdragsmyndighet.
VAO	Forkortelse for vann, avløp og overvann
VAO-notat	En forenklet rammeplan for VAO, f.eks ved en byggesak.
VAO-rammeplan	Rammeplan for vannforsynings-, avløps- og overvannsanlegg
Åpne løsninger	Se overflatebaserte løsninger

KOMMUNEDELPLAN FOR OVERVANN 2019-2032

TEMATISK KOMMUNEDELPLAN, PLAN 255

Dato for 1. gangs behandling i Formannskapet..... 12.11.2019

Dato for Kommunestyrets vedtak..... 27.05.2020

1. HVA ER TROMSØ KOMMUNES STRATEGI FOR HÅNTERING AV OVERVANN?

- ET SAMMENDRAG.

Overvann i det urbane landskapet er vann fra tak, veger og andre tette flater ved en nedbørshendelse. Overvann renner enten på overflaten til laveste punkt eller blir ført til ledningsnettet under bakken.

Det vil bli mer overvann i framtiden, og det skyldes i hovedsak to faktorer:

- **en økning i nedbørsintensitet og – hyppighet** – på grunn av et klima i endring
- **en økende andel av tette flater** – som forhindrer infiltrasjon på grunn av en by i vekst

Mange ledninger i det kommunale ledningsnettet fører overvann og sanitært avløpsvann i en felles ledning. Med den forventede økte nedbørsmengden vil eksisterende fellesledninger ikke ha tilstrekkelig kapasitet. Overvann vil i tillegg fylle opp kapasiteten i renseanleggene. Anleggene er verken konstruert eller dimensjonert for å ta imot og rense overvann i tillegg til sanitært avløpsvann. Konsekvenser fra en overbelastning av det kommunale avløpssystemet vil føre til

- **tilbakeslag av avløpsvann i bygninger** i områder med felles system
- **oversvømmelser fra kummer i det offentlige byrommet** i områder med felles og separat system
- **oversvømmelser rundt bekkeinntak**, kulverter og langs bekker
- **islagte veger** når overvann fryser til is
- **overløp av urensset kommunalt avløpsvann** fra pumpestasjoner i fjæra
- **opphopning av miljøgifter** foran overløpsledninger i fjæra
- **en dårlig rensegrad i renseanleggene** på grunn av overbelastning som kan føre til krav om sekundærrensing

For å avbøte effekten av byveksten med en økende grad av tette flater, iverksetter Tromsø kommune følgende strategi:

Tromsø kommune sin overvannsstrategi

-
- Tiltak 1: Et separert, ledningsbasert overvannsnett**
 - Tiltak 2: Avledning i bekker og grøfter**
 - Tiltak 3: LokalOvervannsDisponering (LOD)**
 - Tiltak 4: Blågrønnhvit faktor (BGHF)**
 - Tiltak 5: Flomveger**
 - Tiltak 6: Rensrutiner for veger og sluk**
-

Strategien supplerer den tradisjonelle, ledningsbaserte overvannshåndteringen (tiltak 1) med ulike tiltak (tiltak 2-5), for å avlaste kapasiteten i ledningsnett. Tiltakene anlegges som åpne løsninger, som har fordeler fremfor lukkede systemer under bakken. Utover det vil disse bidra til å sette fokus på utforming av uteområder og det offentlige byrommet med «blågrønne» elementer. Tiltak 6 derimot håndterer ikke overvann som mengde, men har fokus på rensing.

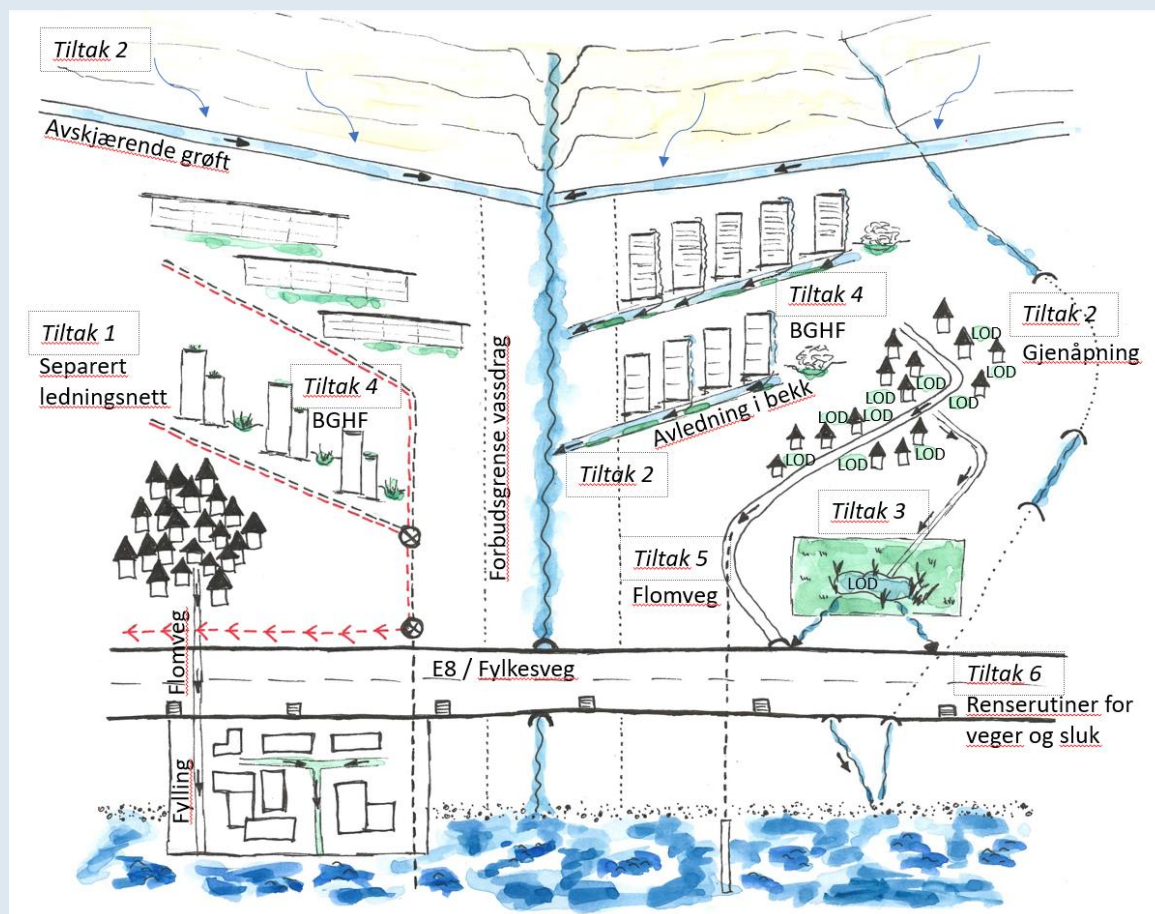
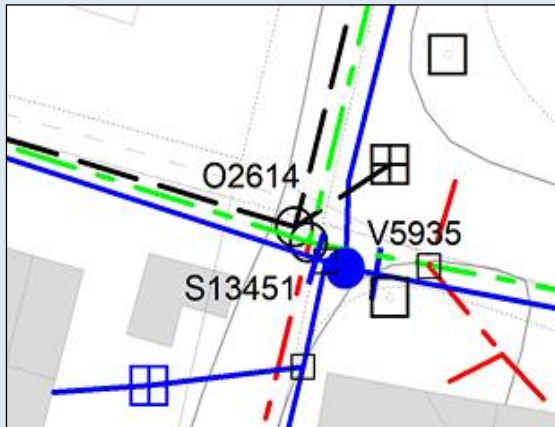


Fig. 1: Illustrasjon av Tromsø kommune sin strategi for framtidig håndtering av overvann basert på 6 tiltak (Kern 2019)



Tiltak 1: Et separert, ledningsbasert overvannsnett

Overvann skal også i framtiden avledes i et ledningsnett under bakken inntil ledningskapasiteten er nådd. Målet er at overvann legges i egne, separerte ledninger, som ikke blandes med sanitært avløpsvann (felles system). Siden det vil ta lang tid før det eksisterende «felles systemet» er lagt om til et separert system, må ledningsnettet suppleres med alternative tiltak (tiltak 2 – 6). Disse tiltakene vil avlaste det kommunale ledningsnettet på ulik vis, og vil også fungere når ledningsnettet har nådd sin kapasitet.



Tiltak 2: Avledning i bekker og grøfter

Tromsø har mange små vassdrag. I tillegg anlegges det grøfter oppstrøms bebyggelsen som avskjærer avrennende overvann fra fjellsidene, og leder det inn i bekkene. Topografien i Tromsø tilsier at det blir kortvarige, men veldig intense overvannsmengder som må håndteres. Derfor kan bekkene ikke lenger legges i rør, men må være åpne for å kunne avlede store mengder vann både fra fjellet oppstrøms og fra de tette flatene fra bebyggelsen nedstrøms. Alle bekker i Tromsø må fungere som flomveger og holdes åpne.

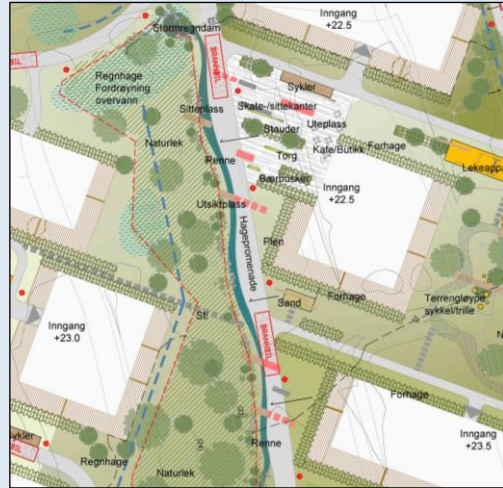


Tiltak 3: LokalOvervannsDisponering (LOD)

For at kapasiteten i ledningsnettet minst mulig overskrides, må infiltrasjons- og fordrøynings tiltak anlegges. LokalOvervannsDisponering, også kalt for LOD-tiltak, har som mål å infiltrere og fordrøye overvann lengst mulig på egen tomt. LOD-tiltak er oftest desentrale, mindre tiltak, som i sum gir uttelling for å avlaste ledningsnettet. LOD har også en tilleggfunksjon, siden den har mulighet for å rense overvann for miljøgifter, f.eks. i veggrøfter eller i tilknytning til parkeringsplasser.

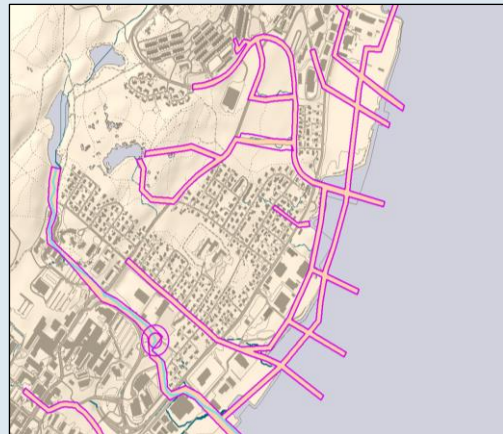
Tiltak 4: Blågrønnhvit faktor (BGHF)

Er et verktøy i plan- og byggesaker for å iverksette overvannshåndtering i uteromsplaner. Et utbyggingsprosjekt må innfri en poengsum ved anlegg av åpne overvannstiltak i tilhørende uterom. Åpne overvannstiltak skal til en viss grad kompensere for de tette flatene som enhver utbygging fører med seg. I sum vil tiltakene spare kommunen for en del investeringskostnader ved å utsette behovet for separering og oppdimensjonering av ledningsnett. BGHF kan også gi besparelse for utbyggere, fordi infiltrasjons- og fordrøyningsiltak kan være rimeligere enn konvensjonelle løsninger.



Tiltak 5: Flomveger

Når det regner mer enn ledningsnett er dimensjonert for, er det behov for flomveger for å sikre kontrollert avrenning. Flomveger er «nødventilen» når alle andre tiltak er ute av funksjon. Derfor må disse utformes for å kunne avlede en 200 års flomhendelse. Flomveger kan være bekker, grøfter og veger. Vannmengden kan variere fra noen centimeter på veger via høy vannføring i bekker til at også bekkenes sideareal må tas i bruk. De primære flomvegene er kartlagt på overordnet nivå og må tas inn i kommuneplanens arealdel. Det skal ikke gis anledning til å bygge i flomvegtraséer.



Tiltak 6: Renserutiner for veger og sluk

Overvann fra alt bebyggt areal inneholder en varierende andel av miljøgifter, som vil akkumulere seg over tid. De kommunale rensanleggene er ikke tilrettelagt for rensing av miljøgifter. Det må bygges opp en struktur som rens overvann før det slippes ut til sundet. Spesielt fjæresonen, der kommunen planlegger store boligprosjekter med rekreasjonsområder ved sjøen, er utsatt for overløp fra ledningsnett og dermed akkumulering av miljøgifter over tid. Bruk av blågrønnhvit faktor i plansaker og et bevisst fokus på feierrutiner langs veger og tømning av sluk, vil bidra til å minske forurensingsgraden i fjæra.



2. HVORFOR EN KOMMUNEDELPLAN FOR OVERVANN?

2.1. BEREDSKAP I FRAMTIDEN – OVERVANN OG ET KLIMA I ENDRING

I en tid der klimaet er i endring, er Tromsø kommune nødt til å ha beredskap når det gjelder å håndtere og planlegge for fremtidige overvannshendelser.

Overvann defineres som overflateavrenning som følge av nedbør eller snøsmelting. Overvann kan infiltreres og fordrøyes på egnete steder. Dersom vannmengden overstiger kapasiteten i ledningsnettet eller i fordrøyningsanlegg, må vannet avledes trygt via definerte flomveger.

Konsekvenser ved oppstuvning kan være oversvømmelser både på veger, i gaterom, bygninger og infrastrukturplanlegg. Dette vannet er i beste tilfellet relativt rent overvann, men kan være en blanding av kloakk og regnvann.

Følgende omstendigheter gjør at overvann vil få større konsekvenser enn det har i dag:

- framtidige nedbørshendelser med større mengder, intensitet og hyppighet
- arealstrategi med fokus på fortetting

Følgende faktorer vil bidra til å forverre situasjonen enda mer:

- et aldrende ledningsnett
- havnivåstigning og stormflo

Selv om det er vanskelig å forestille seg framtidige vær-situasjoner samt deres konsekvenser i dag, bør utviklingen av byen tar høyde for at klimaet vil endre seg.

Planlagt fortetting rundt knutepunkter, men også i etablert småhusbebyggelse, har mange fordeler sett fra et byutviklingsperspektiv. Samtidig betyr fortetting flere harde flater og større avrenning. Kommunens aldrende ledningsnett er ikke dimensjonert for så store vannmengder, og saneringstiltak er som oftest svært tids- og kostnads-krevende. Det samme gjelder for områder der havnivået er så høyt at man får inntrengende vann i ledningsnettet. Stormflo er herved bare et ytterpunkt. Allerede dagens havniva forårsaker driftsmessige ulemper fra og med flonivå kun 1 m over middels vannstand.

2.2. PLANENS FORMÅL OG OVERORDNEDE FØRINGER

Formålet med planen er å lage en robust overvannstrategi for både eksisterende og fremtidig bebyggelse. Den skal inneholde ulike klimatilpasningstiltak, som skal forankres i kommunedelplanens kart og bestemmelser. Noen overvannstiltak er geografisk plassert, mens andre tiltak er formulert som generelle krav som må hensyntas både under planlegging og prosjektering. Planens hensikt er å være en bærekraftig investering for å møte fremtiden.

Kommunedelplanen er utarbeidet i tråd med statlige og regionale retningslinjer og forventninger når det gjelder klimatilpasning og samordnet planlegging.

- Nasjonale forventninger til regional og kommunal planlegging 2019-2023 (2019)
- NOU 2015:16 Overvann i byer og tettsteder
- Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning (2018)
- Regional klima- og energistrategi for Troms 2015-2025
- Klima-, miljø- og energiplan 2018-2025 - Tromsø kommune

TRE HOVEDMÅL FOR OVERVANN

MÅL 1: Å FOREBYGGE SKADE

Tromsø kommune skal møte klimaendringer som økt nedbør, mer ustabile vintre og et stigende havnivå på en slik måte at skade og ulemper på mennesker, bygninger, eiendom og infrastruktur minimeres (pbl §11-9 første ledd nr.3).

Å forebygge skade er et økonomisk bærekraftig prinsipp.

Delmål	Tiltak
<p>Implementering av overvannsstrategien: Implementering av overvannshensyn både på plannivå og i praksis.</p>	<ul style="list-style-type: none">▪ Implementere overvannsstrategi i veileder for utarbeidelse av rammeplan for vann, avløp og overvann.▪ Implementere overvannsstrategien ved neste rullering av kommuneplanens arealdel og samfunnsdel.▪ Følge opp overvannsstrategien i rammeplaner for vann, avløp og overvann i tilknytning til reguleringsplaner.▪ Innføre en forenklet rammeplan for vann, avløp og overvann også for byggesaker.▪ Iverksette overvannstiltak i kommunale anleggsprosjekter.▪ Implementere overvannshensyn i kommunale rutiner, normer, mm.
<p>Omlegging fra felles avløpssystem til separat system: Det må unngås at overvann fyller opp kapasiteten i felles systemet.</p>	<ul style="list-style-type: none">▪ Prioritering av områder for fornyelse, tilpasset det kommunale utbyggingsprogrammet samt andre hensyn.▪ Følge opp strategien om kombinasjonsløsninger i fornyelsesplanlegging jf. fig. 14.
<p>Forebygging av flomskader fra overvann og flom: Unngå skade ved oversvømmelser fra bekker, grøfter og andre løp i terreng der overvann følger avrenningslinjer.</p>	<ul style="list-style-type: none">▪ Etablere/bygge flomveger.▪ Tar hensyn til flomveger under planleggingen.▪ Oppgradere kulverter/stikkrenner under veger som er underdimensjonert.▪ Kartlegge mulighet for bekkeåpninger.▪ Sikre byggeforbud i blågrønne korridorer langs bekker.▪ Opprettholde det naturlige vegetasjonsbelte langs vassdrag.▪ Ivareta av myr- og våtmarksområder som naturlige steder for fordrøyning.▪ Utarbeide flomsonekart, evt. i forbindelse med planprosesser.

Hensynta stormflo og havnivåstigning under planlegging:

Forebygg skade ved stormflo og havnivåstigning.

- Håndtere overvann i laveste sone med åpne systemer.
- Utforme utbyggingsstrukturen i laveste sone (på fyllinger) for at overvann fra områder oppstrøms kan ledes i åpne løsninger til sjøen.
- Følge og forankre de til enhver tid gjeldende nasjonale kotehøyder for havnivå og stormflo som utbyggingskriterier.

Håndtering av overvann utenfor byområdet i mindre tettsted og spredt bebyggelse:

Overvannsstrategien anvendes så langt det er hensiktsmessig.

- Ved planlegging eller byggesaksbehandling må fare for overvann undersøkes (TEK 17 §15-8).
- Bruk og tilpass virkemidler fra strategi for overvannshåndtering ved bygg- og plansaker i distriktet så langt det er hensiktsmessig.

MÅL 2: Å TA VARE PÅ MILJØ OG VANNRESSURSER

Tromsø kommune skal ivareta miljøet og sikre god økologisk og kjemisk tilstand i vannforekomstene og resipienten (pbl § 11-9 første ledd nr. 3).

Å ta vare på framtidige generasjoners ressurser er en bærekraftig målsetting.

Delmål

Tiltak

Redusere forurensningsgraden i overvann:

Overvann som tilføres en resipient (her: sjøen) skal ha kvalitet som resipienten tåler.

- Anlegg og testing av infiltrasjonstiltak (LOD).
- Innføring av blågrønnhvitfaktor (BGHF) i reguleringsplaner.
- Etablere flere sandfangløsninger ved behov.
- Etablere tømmingsrutiner for bl.a. vegsluker.
- Etablere feierrutiner mht. vegdrift.
- Se på løsninger for rensing av overvann fra tunneler.
- Finn steder for dypvannsutslipp i sundet.
- Fortsett med regelmessige resipientundersøkelser av sundet i byområdet.
- Vurder tiltak for overflateavrenning fra jordbruksjord.

Avlaste renseanlegg og pumpestasjoner mht. overvann:

Overvann skal ikke fylle opp kapasiteten i verken renseanlegg eller pumpestasjoner.

Driftsoverløp skal omdannes til nødoverløp for å ikke belaste resipienten eller sjenere bebyggelsen langs sundet.

- Separering av ledningssystemet i egne avløps- og overvannsledninger.
- Vurder behov for partikkelfjerning ved pumpestasjoner med hyppig driftsoverløp.
- Vurder behov for å heve overløpshøyden for å føre utslipp lengre ut i sundet mht brukerkonflikter i strandsonen.
- Etablering av LOD-tiltak for å avlaste ledningsnett (infiltrasjon og fordrøyning), evt. som forskningsprosjekt.

MÅL 3: Å BRUKE OVERVANN SOM RESSURS

Tromsø kommune skal bruke overvann som ressurs i bylandskapet (pbl §3-1).

Å etablere åpne overvannsløsninger er bærekraftige tiltak, fordi behov for kapasitetsøkninger i fellessystemet blir begrenset og den hydrauliske belastningen på renseanlegget redusert, noe som kan føre til overløp og dårligere renseeffekt. Utover det bidrar blågrønne overvannstiltak til et bedre miljø lokalt.

Delmål	Tiltak
<u>Bylandskap:</u> Overvann skal vurderes brukt som blågrønt element i bylandskapet.	<ul style="list-style-type: none">▪ Anlegg åpne, naturlige infiltrasjons- og fordrøyningstiltak.▪ Opprettholde/ etablere blågrønne korridorer.▪ Etablering av BGHF i plansaker.▪ Etablering av BGHF ved byggesaker, bl.a. i fortettingsområdene.▪ Gi innspill til planlegging og prosjektering av den kommunale grønnstrukturen.▪ Kartlegg mulighet for bekkeåpninger.▪ Etabler gode, fungerende LOD-løsninger i kommunale prosjekter (forbildefunksjon).

2.3 PLANENS RETTSVIRKNING OG OPPFØLGING

Kommunedelplan for overvann er en tematisk kommunedelplan (pbl §11-2). Den er et strategidokument for kommunens framtidige håndtering av overvann og vil være juridisk bindende når strategien er innarbeidet i kart og bestemmelser i kommuneplanens arealdel ved neste revisjon. Etter vedtak i kommunestyret vil kommunedelplanen være gjeldende ved utarbeidelse av rammeplaner for vann, avløp og overvann (VAO) samt tekniske detaljplaner jf. krav i kommuneplanens bestemmelser pkt. 11. Kommunens planveileder for reguleringsplaner spesifiserer krav om utredning for vann, avløp og overvann i eget vedlegg. Kommunedelplanen med tilhørende handlingsdel vil også fungere som verktøy for vann og avløp sin virksomhet innen overvannshåndtering. Handlingsdelen vil følge opp strategien.

Kommunedelplanen gjelder for hele kommunen, men tar for seg først og fremst den komplekse situasjonen i byområdet. Dersom det er hensiktsmessig vil bestemmelser og prinsipper også være gjeldende for distriktet.

3. OVERVANN I TROMSØ – EN ANALYSE AV TROMSØS SÆRTREKK

3.1. KLIMAENDRINGER – HVA PLANLEGGER VI FOR?

Det forventes at både temperatur og nedbør vil øke relativt mye frem til 2100. Gjennomsnittstemperaturen for Tromsø i dag er 2,6 grader. Denne er beregnet til å øke med ca. 5 grader, men med noe større økning på vinteren enn sommeren. Som følge av temperaturøkningen antas en betydelig reduksjon i snømengden og antall dager med snø, mens det blir mer nedbør som regn om vinteren. Det vil bli flere tine-/fryse episoder som kan skape mer is og kjøvingsproblemer (=issvelling). Årlig gjennomsnittsnedbør i Tromsø er 1050mm og er beregnet til å øke med ca. 15 %. Den største økningen er forventet om sommeren og høsten. For intens nedbør med varighet på 3 timer eller mindre forventes økningen å bli minst 40% (Klimaprofil Troms 2017).

Effekter av klimaendringene

En relativ stor økning av intense nedbørsepisoder vil føre til større og mer hyppige flommer, spesielt i de små vassdragene i Tromsø. Mengden overvann vil øke tilsvarende. Sannsynligheten for større problemer med drenering, vann på avveie og erosjon, med resulterende flom- og overvannsskader er betydelig. På Tromsøya med sine små nedbørsfelt er det begrenset hvor store flomskader som kan oppstå. På Kvaløya og på fastlandet med større nedbørsfelt, mange bekkelukkinger og underdimensjonerte bekkeinntak er risikoen for større skader til stedet (Norconsult 2018).

I følge Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) forventes det i Tromsø en havnivåstigning på cirka 55 cm frem mot 2100. Stormflo og bølger vil strekke seg lenger inn på land og kan skade høyere liggende bebyggelse og infrastruktur enn ved dagens stormflo (DSB 2016).

Tromsø har i dag et lite stabilt vinterklima, som forventes å bli enda mindre stabilt i fremtiden. Skiftningene mellom frost og smelting, snø og regn gir allerede i dag store utfordringer mht kapasitet og drift av overvannssystemene. Disse særtrekkene kan derfor få enda større betydning for valg av løsninger for overvannshåndteringen.

Dersom overvannsledninger og flomveger ikke har tilstrekkelig kapasitet, er bebyggelse og infrastruktur spesielt utsatt. Overvann kan ikke ledes inn i bekker før man har utredet om dette vil skape flomproblemer nedstrøms. En må være spesielt oppmerksom på at alle tiltak oppstrøms viktig infrastruktur skal dimensjoneres for en 200 års flom pluss klimapåslag, noe som kan føre til at overvann må håndteres lokalt. Dette indikerer at en bør vurdere en kombinasjon av åpne og lukkede frostfrie løsninger for fremtidig overvannsdrenering. Spesielt der en har erfaring med kjøving og gjenfrysing av dreneringsrør og stikkrenner, må en se nærmere på løsninger med å bruke glasopor for frostisolering i forbindelse med dypdrenering.

Effekten av havnivåstigning vil spesielt føre til økte problemer med oppstuvning i overvannsnettet i den «laveste sonen», der ledningsnettet influeres av tidevann (Norconsult 2017). Her vil omfanget av tilbakeslagsskader øke. I kombinasjon med den planlagte utbyggingen i strandsonen vil dette gi tekniske utfordringer fremover og kan gi til dels betydelig økte kostnader for overvannshåndteringen.



Fig. 2: Stormflo på fyllingsområdet på Tromsøya

Hovedårsaken er at utfyllingen ofte medfører at det må etableres to overvannssystemer:

- ett overvannssystem for områdene oppstrøms, der overvannet ledes i trykksatte ledninger over utfyllingen og til sjø
- og et eget overvannssystem - fortrinnsvis åpent - på selve utfyllingen.

3.2. HVA ER OVERVANN I TROMSØ?

Overvann i Tromsø fortoner seg ulikt avhengig årstid. Overvann om høsten og vinteren skaper oftest problemer når det blir en mildværsperiode kombinert med nedbør på frossen mark. Overvann kan fryse og danne tykke islag. Sluker, grøfter og inntak kan fryse og vil ikke fungere.

Om våren vil mildvær og nedbør forårsake overvann i forbindelse med snøsmelting. Også her er det stor fare for at ledningssystemet ikke vil fungere pga. frosne eller tilstoppede inntak.

Nedbørshendelser om sommeren har foreløpig ikke gitt overvannshendelser som opplevdes som en krisesituasjon. I den «laveste sonen» kan en situasjon med stormflo forverre enhver hendelse.



Fig. 3: Illustrerende bilder av overvann i Tromsø med iskjøving (1), smeltevann (A.A.Warsame)(2) og vårflo (3)

3.3. LANDSKAPSANALYSE

«Vannet er en logikk i omgivelsene, ettersom det beskriver lavpunktet i landskapet» (Stange 2017).

Hovedtrekk i Tromsøs topografi relatert til overvann

For å inndele byområdet i ulike typer nedslagsfelt med ulike karakteristika, ble det gjennomført en landskapsanalyse. Landskapsanalysen fremmer forståelsen av avrenningsmønster og vannveger i de ulike landskapsrom.

Høydedragene på og rundt Tromsøya strukturerer og avgrenser landskapet. Sjøen danner gulvet i landskapet og fjellsidene er veggene. Tromsøya med sitt langsgående høydedrag deler byområdet i to store landskapsrom: Tromsøysundet og Sandnessundet. Ser man på avrenningsforholdene er fastlandssiden og Kvaløyasiden ganske like. Det samme gjelder for øst og vestsiden av Tromsøya. Tendensielt er fjellsidene langs Tromsøysundet noe brattere enn langs Sandnessundet, der elvedalene er mindre markerte.

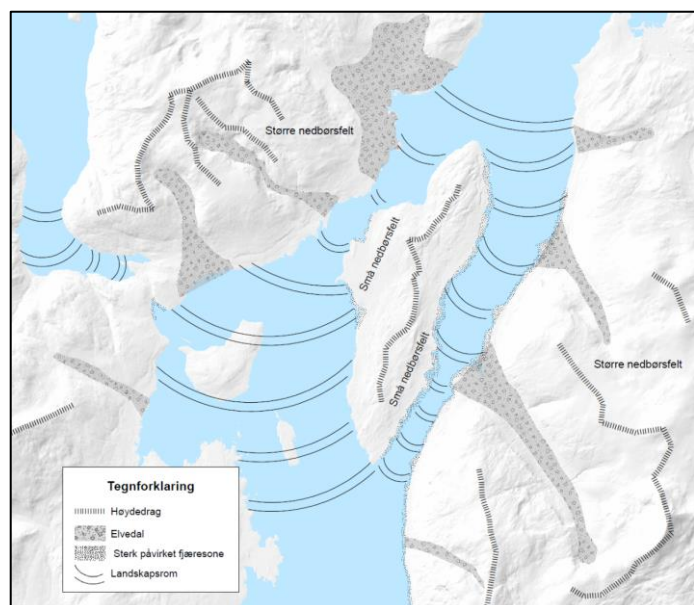


Fig. 4: Sentrale landskapsrom i byområdet (Kern 2019)

Store deler av Tromsøs byområde ligger i terreng med stigning, som gir god helning og dermed god avrenning til sjø. Kvartær-geologien i byområdet kjennetegnes av relativt tynne lag av løsmasser over marin grense, og tykkere strandavsetninger ned mot sjøen. De tynne løsmassene har begrenset infiltrasjonsevne. For avrenningsforholdene betyr det at det gir lite og raskt vannmetting i grunnen og høy avrenning ved høye intensiteter.

Langs strandlinjen flater terrenget ut og i noen områder forlenges strandlinjen med fyllinger. Disse lavt liggende arealene blir påvirket av både havnivåstigning og avrenning fra områder oppstrøms.

Et kjennetegn for Tromsø er småbekkene som renner fra marka til fjorden. Disse fungerer som flomveger og utgjør en sentral del av den lokale overvannshåndteringen.

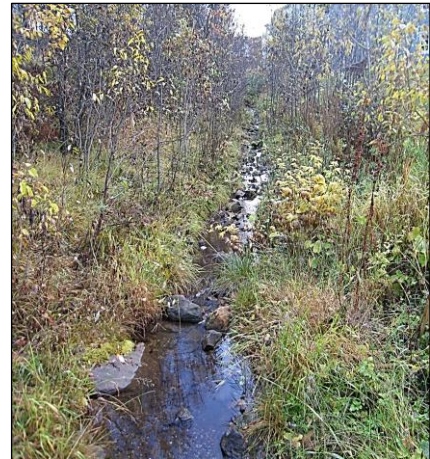


Fig. 5: Bekkedrag på Tromsøya

Tromsøya

Som landskapsanalysen viser, er det langsgående høydedraget på øya silhuetten til Tromsøya. Høydedraget har en høyde på 95 moh i sør og stiger til 159 moh i nord. Dette gir godt fall uten ekstreme høydeforskjeller. Noen brattere områder ligger ovenfor Stakkevollvegen og rundt nordspissen av øya. Mens området rundt flyplassen samt fyllinger på østsiden av øya er større flate områder der overvann kan samle seg. Det finnes ikke noen større, åpne bekker på øya, med unntak av Sykehusbekken (Gimle), Prestvannbekken (Workinnmarka) og Bjørnebekken (Hamna) som alle er lagt i rør over store strekninger. Men det finnes en del åpne grøfter i de mindre urbane områdene på øya.

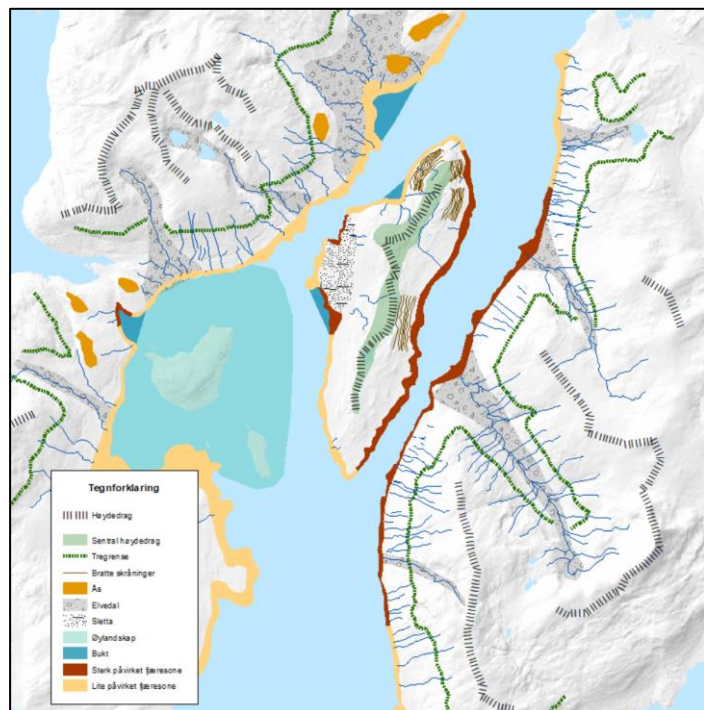


Fig. 6: Karakteristiske landskapstrekk i byområde (Kern 2019)

Kvaløya og fastlandet

Kvaløya i dette bynære avsnittet karakteriseres av mindre markerte daler enn på fastlandet. Kystlinjen langs fastlandet er relativt ensformet uten holmer og buker. Kvaløyas kystlinje er noe mer variert med buker og vikene samt små øyer. Den er foreløpig mindre påvirket av menneskelig aktivitet og har bevart sin naturlige fjæresone. Ved utledning av overvann til sundet vil de topografiske forholdene i enkelte områder forårsake bakevjer og dårlig vannutskiftning. Tilførsel av overvann i slike områder vil kunne påvirke vannkvaliteten lokalt.

Fyllinger langs østsiden av Tromsøya og på fastlandet

Et menneskeskapt landskapselement er fyllinger langs hele østsiden av Tromsøya og rundt bruodet på fastlandet. Utfyllingslengde er i hovedsak mellom 100-200 m, men kan være opptil 400 m. Høyden på utfyllingen mot sjø er ofte ned mot kote 2 med svak stigning innover opp mot kote 3-4. Tradisjonelt har fyllingene vært brukt til havne- og næringsformål, men en transformasjon til boligområder er i gang. Kommunen har fokus på å skape gode boområder med strandpromenade og tilgang til sjøen.

3.4. TOPOGRAFI OG NEDBØRSFELT - TROMSØS FORDELER

Legger man landskapsanalysen til grunn, kan byområdet inndeles i tre typer nedbørsfelt (Norconsult 2018):

Bebygde områder med små oppstrøms nedbørsfelt (Tromsøya)

- Små oppstrøms nedbørsfelt gir mindre vannmengder. Dette er grunnen til at overvann ofte er ledet vekk i rørlukninger, enten i egen overvannsledning eller i felles avløpsledning.
- Det eksisterer få større vannveger som bekker eller elver, som det er naturlig å lede avskåret overvann til. Av nevneverdige bekker har man sykehusbekken fra Langvannet/ Rundvannet, Bjørnebekken og avrenningen fra Prestvannet. Alle ledes over lange strekninger i kulvert.
- Valget dimensjoneringskriterier for ledningsnett er i mange tilfeller underdimensjonert i forhold til dagens praksis og foreliggende prognoser for klimaendringer.



Fig. 7: Eksempel for små oppstrøms nedbørsfelt - Mortensnes på Tromsøya (Norconsult 2018)

Bebygde områder med større oppstrøms nedbørsfelt (Kvaløya og fastlandet)

- En utfordring er å håndtere akkumulerte avskårne vannmengder fra områder oppstrøms. Selv områder med små nedbørsfelt eller lite vann i normal-situasjoner kan få svært store avrenningsmengder i flomsituasjoner.
- Eksisterende større vannveger, f.eks Tromsdalselva, Krokelta, Storelva og Slettaelva, kan ved flom gå ut over sine bredder.
- Store nedbørsfelt gir også større potensiale for grunnvannsproblematikk nedstrøms. Årsaken til dette er at nedbørsfeltet «mater» grunnvannet og at et stort nedbørsfelt også vil gi mye grunnvann. Utbyggingsområdene i Tromsø er i hovedsak etablert i sonen langs sjøen og oppover langs gamle strandlinjer. Der hvor terrenget flater ut, vil det være naturlige utstrømningsområder for grunnvann. Avskjærende grøfter oppstrøms byggefelt har en viktig funksjon.



Fig. 8: Eksempel for større nedbørsfelt - Kroken på fastlandet (Norconsult 2018)

Utfyllingsområder i sjø

- Flate utfyllinger med liten fall i ledningssystemet gir dramatisk reduksjon i ledningers kapasitet.
- Øker risiko for utstrømning av overvann nært opp mot hvor utfyllingen starter.
- Økt sjønivå vil sterkt forverre situasjonen.

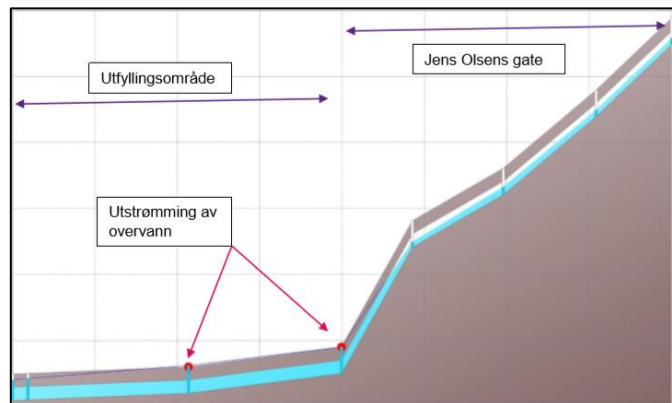


Fig. 9: Prinsippkisse overvann på utfyllingsområder (Norconsult 2018)

3.5. UTBYGGINGSMØNSTER

Planlagt utbyggingsmønster, vedtatt i kommuneplanens arealdel 2017-2026, har stor betydning for valg av overvannsløsninger for Tromsø by. For distriktet med spredt bebyggelse og mindre tettsteder fremsetter kommuneplanen ikke noe spesielt utbyggingsmønster.

Arealstrategien for Tromsøs byområde er en tett og kompakt by, der fortetting rundt knutepunkter og langs kollektivtrafikkakser samt fortetting i småhusbebyggelsen er sentrale elementer. Fortetting gir flere tette flater og raskere avrenning. I tillegg kommer fortetting i form av blokkbebyggelse ofte i lag med garasjeanlegg under bakken, noe som gjør infiltrasjon og fordrøyning av overvann vanskelig.

Utbyggingsområder og transformasjonsområder på utfyllinger

Som kommuneplanens arealdel viser, vil en vesentlig del av byutviklingen foregå på fyllinger langs Tromsøysundet. Overvann fra disse nye områdene vil i begrenset grad representere et problem, og kan løses enkelt og med lave kostnader.

Sikkerheten mot oversvømmelser forårsaket av høyereliggende områder, er derimot et stort problem (kap. 3.4), fordi utfyllingen sperrer for at overvann kan nå sjøen ved å følge gradienten. Oversvømmelser kan komme fra overflatestrømning av overvann langs flomveger eller fra eksisterende rørsystemer, som ikke har tilstrekkelig kapasitet.

Overvann fra høyereliggende områder er normalt lagt i rør og det kan være problematisk grunnet feilkoblinger, ansvar, mm. å integrere potensiell forurenset overvannet fra slike områder i overvannsløsningene for nye utbygginger. Spesielt dersom overvann skal brukes som landskapselement i nedenforliggende områder (Norconsult 2018).

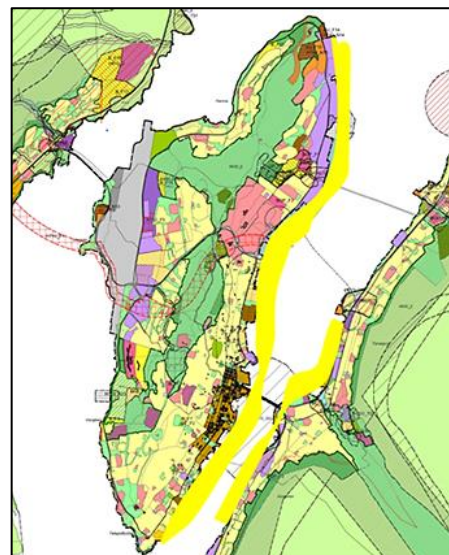


Fig. 10: Utsnitt fra kommuneplanens arealdel 2017-2026 med utfyllinger i sundet grovt skissert i gul.

Fortetting i småhusbebyggelse

Kommuneplanens arealdel tillater fortetting i småhusbebyggelsen og har definert fortettingsområder (fig. 11) der bebygd areal per tomt kan økes inntil 35% BYA. Ved hjelp av en GIS-analyse kunne det vises hvilken effekt denne typen fortetting har for overvannsproduksjonen. Analysen baserer seg på antakelsen at alle fortettingstomter øker utnyttelsesgrad til 35%. En midlet avrenningsfaktor ble beregnet for hver tomt, med utgangspunkt i tre typer overflate: veg, bebyggelse og «rest», som ble definert som grønt areal.

Fortettingsområdene ble delt opp i 1-hektar-ruter og avrenning i l/s per hektar både for dagens fortettingsgrad og for en fremtidig situasjon med 35% BYA beregnet. Det ble lagt nedbør med ulike gjentaksintervall til grunn. I tillegg ble de framtidige nedbørshendelsene økt med 40 % grunnet klimafaktor. Overflateavrenning viser en økning fra minimum 40 % til over 70 % per hektar i framtiden, noe som vil utgjøre en flerdoblet avrenning fra ruter lengre nedstrøms på grunn av en akkumulerende effekt. Slike mengder overvann vil det aldrende, kommunale ledningsnettets ikke kunne håndtere.



Fig. 11: Fortettingsområder i småhusbebyggelsen (Kommuneplan 2017-2026)



Fig. 12: Kartutsnitt fra fortettpanalysen: andel %BYA per fortettingstomt inndelt i tre intervall (Bowler&Kern 2018)

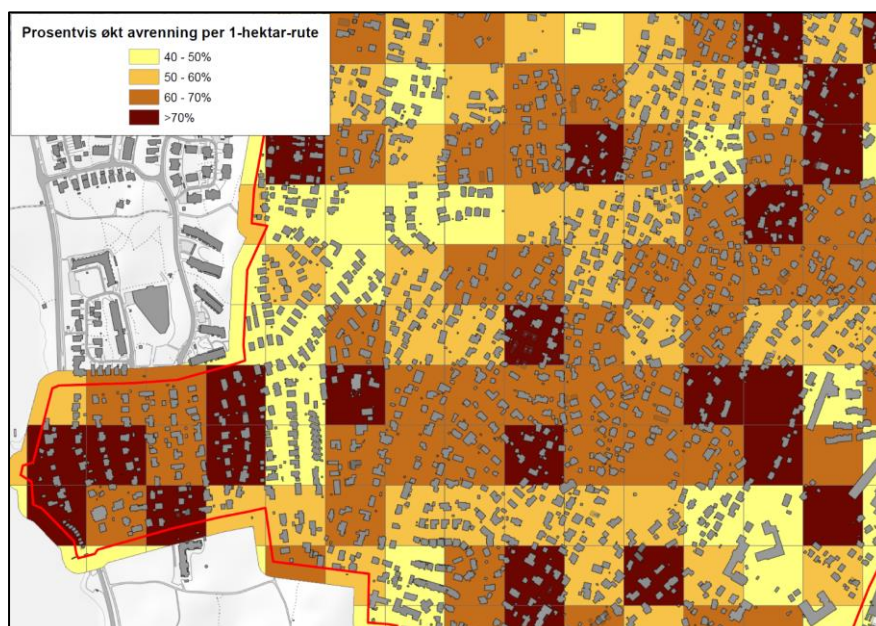


Fig. 13: Kartutsnitt fra fortettpanalysen: avrenning øker med fortetting og klimafaktor på 40 %. Jo mørkere fargen er, desto mer avrenning i framtiden (Bowler&Kern 2018)

4. EN OVERVANNSTRATEGI FOR TROMSØ

4.1. TROMSØS OVERVANNSTRATEGI – EN KOMBINASJON AV ULIKE LØSNINGER

For å skape et robust infrastruktursystem for håndtering av overvann, må strategien settes sammen av ulike tiltak. Kommunens ledningsbasert overvannssystem vil fortsatt ligge i bunnen av strategien, men må suppleres med andre tiltak for at overvann kan håndteres forsvarlig og målsetningene for bærekraft (kap 2.2) nås.

Tiltak 1: Et separert, ledningsbasert overvannsnett

Tiltak 2: Avledning i bekker og grøfter

Tiltak 3: LokalOvervannsDisponering (LOD)

Tiltak 4: Blågrønnhvit faktor (BGHF)

Tiltak 5: Flomveger

Tiltak 6: Renserutiner for veger og sluk

Strategien tar også hensyn til at Tromsø har et aldrende ledningsnett som ikke har kapasitet for å ta unna større nedbørshendelser. Fornyelsestakten er ikke raskt nok for å separere hele avløpssystemet i de nærmeste årene. Derfor er kommunen nødt til å bruke andre løsninger i tillegg til ledningsnettet.

Figur 14 illustrerer prinsippet bak strategien med kombinasjonsmuligheter bestående av ledningsbasert overvannshåndtering og åpne overvannsløsninger. Overvannsmengden i ledninger (tiltak 1) blir mindre når man avlastet med supplerende, åpne tiltak som f.eks. håndtering av overvann lokalt (LOD) og avledning av overvann via flomveger og overvannsgrøfter (tiltak 2-5). Hvilken kombinasjon av tiltak man velger i det respektive området, utarbeides og godkjennes i rammeplan for vann, avløp og overvann (VAO-rammeplan). Det samme gjelder for hvilken grad av fordrøyning eller infiltrasjon som må oppnås. Planlegges det fornyelse av VAO infrastrukturen i eksisterende områder, vil valgmuligheter mht åpne løsninger oftest være innskrenket. Derimot åpner nye utbyggingsområder for bruk av overflatebaserte tiltak. I laveste sone bør åpne, overflatebaserte løsninger brukes i størst mulig grad.

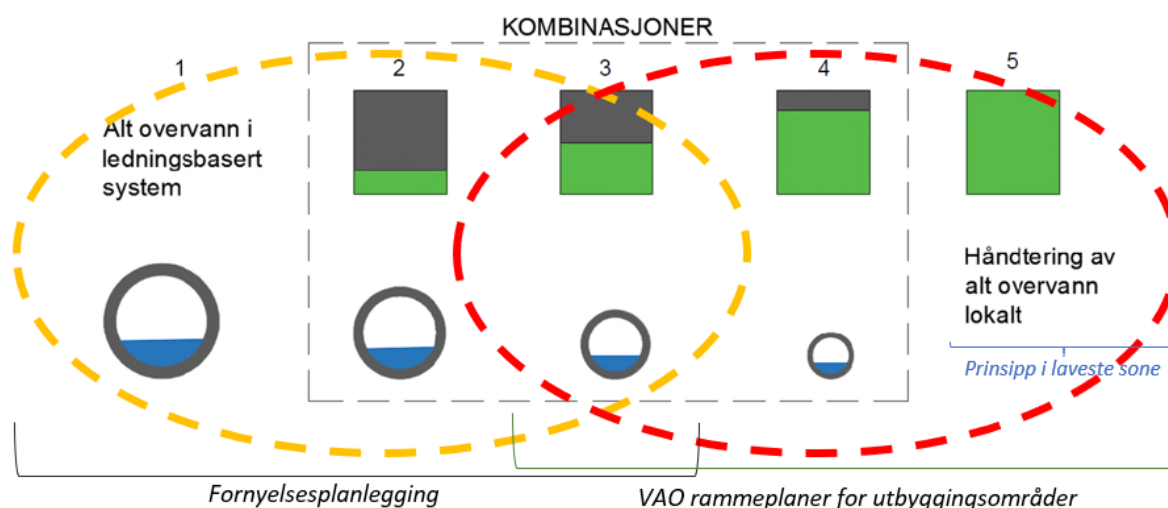


Fig. 14: Prinsippkisse: kombinasjonsmuligheter mellom ledningsbasert overvannshåndtering og åpne løsninger i eksisterende områder (fornyelsesplanlegging) og områder under planlegging (etter Vestjord/Norconsult 2018)

Anvendelse av prinsippene i overvannsstrategien

Overvannsstrategien vil få anvendelse i den interne områdevis infrastrukturplanleggingen, bl.a. i forbindelse med omlegging fra felles til separat ledningsystem. Her sees på større områder i sin helhet. Strategien vil også bli fulgt opp i rammeplaner for vann, avløp og overvann samt VAO-notat. Disse dokumenter analyserer infrastrukturen i et planområde, og formulerer krav til etablering av vann, avløp og overvannsinfrastruktur. Når det gjelder overvann vil ikke alle tiltak i strategien få anvendelse ved enhver reguleringsplan eller byggesak. Valg av overvannstiltak avhenger bl.a. av (fig. 15)

- type plan eller byggesøknad,
- plassering i nedbørsfeltet,
- den eksisterende infrastrukturen.

I etablerte områder vil valg av potensielle overvannstiltak være mer begrenset enn i nye områder som er under planlegging.

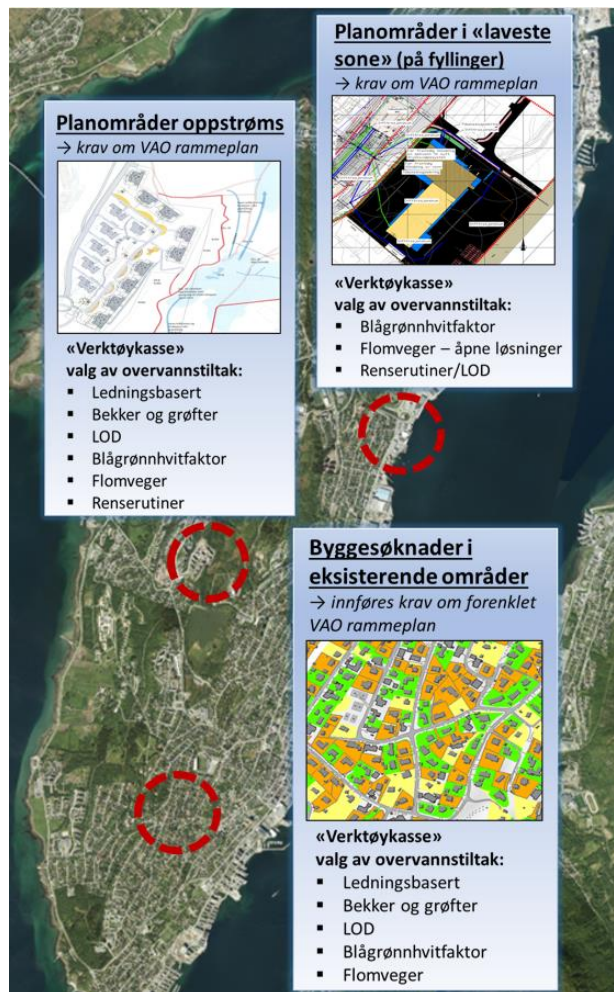


Fig. 15: Overvannsstrategi som «verktøykasse» der hensiktsmessige kombinasjoner av tiltak velges.

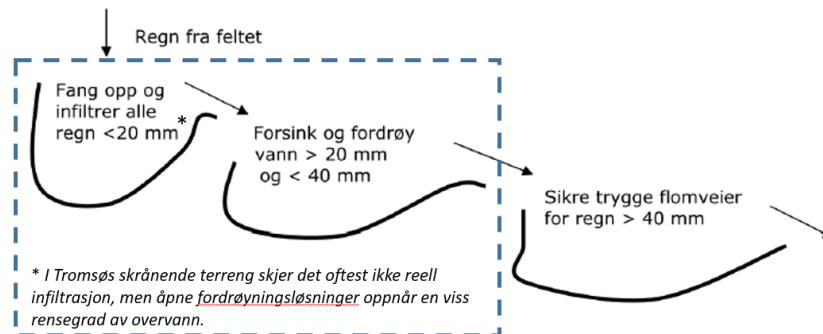
4.2. NOEN GRUNNLEGGENDE PRINSIPPER FOR VALG AV STRATEGIEN

Et uforutsigbart klima krever et robust overvannssystem

For at Tromsø er forberedt på å møte en klimatisk uvisst fremtid, foreslås det en overvannsstrategi som kombinerer flere typer tiltak avhengig av en gitt situasjonen. Ved å ikke bare satse på én løsning blir strategien mye mer robust. Feiler det ene tiltaket, så kan et annet tiltak overta og avverge det verste. Tiltakene må derfor utformes slik at disse har mulighet til å gjenopprette balansen i systemet, noe som kalles for resiliens. Det kan f.eks. være å oppnå en kontrollert avrenning av overvann. For å skape et slikt system, må det være en viss «romslighet» ved planlegging og utføring av overvannstiltakene. Dette kan f.eks. innebære at man ikke bygger tett inntil en åpen bekk, men reserverer areal for de uforutsigbare hendelsene.

Tilpasning av treleddsstrategien til Tromsø

Treleddsstrategien ligger ofte til grunn for valg av en overvannsstrategi - slikt også i Tromsø. Den går ut på at første ledd skal infiltrere mindre nedbørshendelser. Andre ledd skal forsinke og fordrøye noen større nedbørshendelser. Og tredje ledd består av trygge flomveier, som trer i kraft når infiltrasjons- og fordrøyningskapasitet er nådd. Samtidig kommer det tredje leddet til anvendelse, når selve ledningsnett er overbelastet og kummer og sluker går i overløp. Treleddsstrategien fungerer i Tromsø ikke nødvendigvis slikt som beskrevet og må tilpasses til de stedlige forholdene.



I Tromsømodellen kan ledd 1 og 2 på de fleste stedene slås sammen.

Fig. 16: Treleddsstrategi tilpasset Tromsø forholdene, der første ledd i realiteten er en del av andre ledd. - Illustrasjon på strategi for håndtering av nedbør. Nedbørstall må oppfattes som veiledende (etter Lindholm O. et al. 2008).

Landskapet i Tromsø består stort sett av hellende terreng og et lite mektig jordopplag med middels til dårlig infiltrasjonsevne. I byområdet har man i tillegg et ledningsnett i bakken som vil fange opp overvann og lede det inn i renseanlegget eller via overvannsledninger til resipient, dersom området er separert. I det skrånende terrenget i Tromsø forblir vannet ikke lenge ved infiltrasjonsstedet, men beveger seg fort nedstrøms. Dette vannet havner før eller senere i det kommunale nettet, enten direkte via sluk i vegbanen/grøfta eller via dreneringen. Likevel er dette vannet mer forsinket, fordrøyd og renses enn ved infiltreringsstedet oppstrøms. En treleddsstrategi som er tilpasset Tromsøforholdene, bør derfor oppfattes nærmest som en toleddsstrategi, der forutsetninger for infiltrasjon mht å håndtere mengder av overvann kun i liten grad er til stede (Norconsult 2017) (vedlegg 4 infiltrasjonsveileder).

Infiltrasjonstiltak (1. ledd) med formål å rense overvann for partikler og miljøgifter, er derimot svært ønskelig å få etablert.

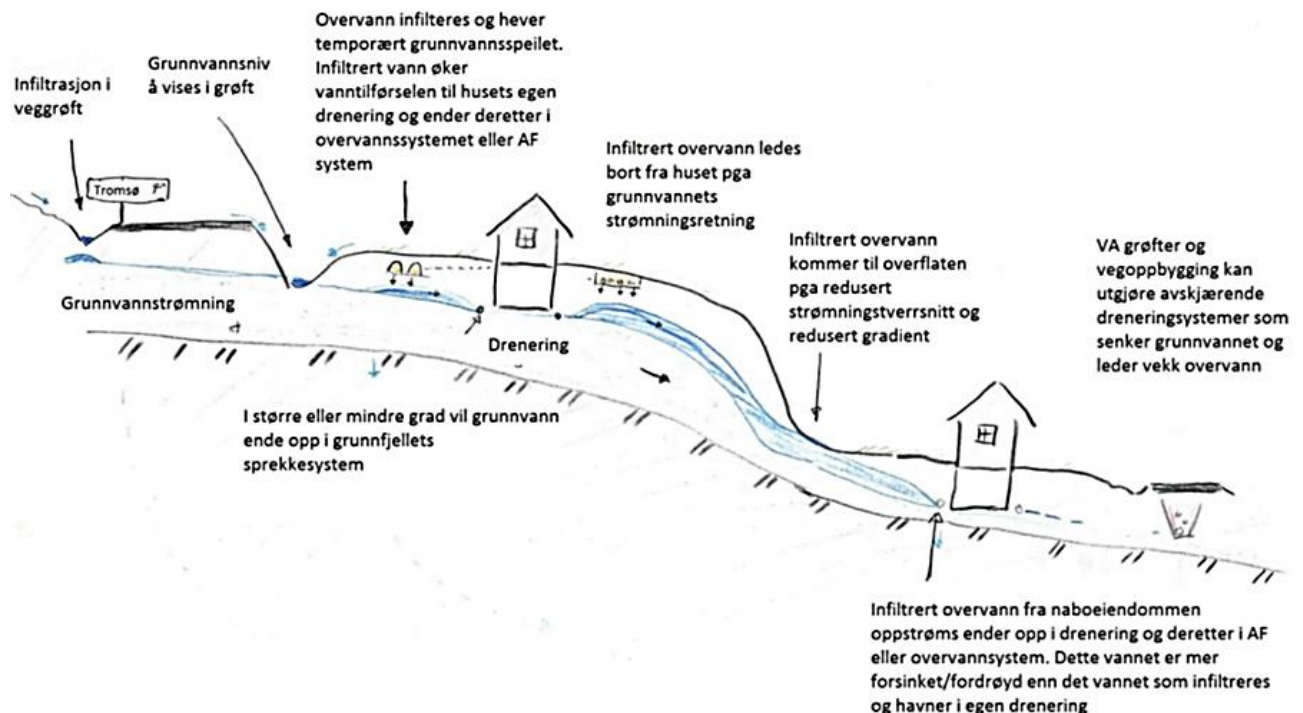


Fig. 17: Illustrasjon som viser hvilken veg infiltrert overvann som oftest tar i Tromsø by (Vestjord/Norconsult 2018)

Behov for vurdering av overvannshåndtering i byggesaksbehandlingen

Fare for skader ved nybygde hus grunnet overvann viser at byggesaksbehandlingen må ha mer fokus på overvannshåndtering i framtiden. Dette er spesielt viktig når en byggesak ikke er del av en reguleringsplan med godkjent VAO rammeplan. Jf byggeteknisk forskrift (TEK17) § 15-8 skal overvann og drensvann i størst mulig grad infiltreres og håndteres lokalt. Bortledning av overvann skal skje slik at det ikke oppstår oversvømmelse eller andre ulemper. Dette kravet utløser behov for innføring av en forenklet rammeplan (VAO-notat), som vurderer tiltak for å håndtere overvann på egen tomt og leveres som en del av byggesøknaden.

4.3. TILTAK 1: ET SEPARERT, LEDNINGSBASERT OVERVANNSSYSTEM

Per i dag håndteres overvann i Tromsø i hovedsak ved et ledningsbasert overvannssystem. Disse ledningene transporterer overvann enten i rene overvannsledninger eller overvann blandes med kloakk og transporteres bort i en felles ledning. Et ledningsbasert overvannssystem er dimensjonert for et gitt gjentaksintervall. Nedbørsituasjoner som er større, vil da enten forårsake oppstuvning og overflateavrenning eller vil medføre risiko for skade i form av tilbakeslag, noe som kan føre til at kjellere oversvømmes med en blanding av kloakk og overvann.

Det må stilles følgende spørsmål:



- Er det bærekraftig å satse kun på et ledningsbasert overvannssystem kombinert med flomveger?
- Vil det være framtidsrettet å legge overvannsrør med så store dimensjoner slik at denne ledningen kan ta alt av overvann?

I noen tilfeller kan det sist nevnte være løsningen. I andre tilfeller vil en løsning, som er kun basert på overvannsledninger, ikke være hensiktsmessig på grunn av årsaker knyttet til drift, kostnader og beslaglegging av areal. For å kunne finne den rette overvannsløsningen må det omsøkte tiltaket sees i sammenheng med et større område, der den eksisterende infrastrukturen setter rammevilkår (Norconsult 2018).

Fig. 18: Kumlokk i Tromsø kommune

Fordelen til et ledningsbasert overvannssystem er:

- Relativt rimelig å etablere ved nyanlegg (spillvann og vann må uansett etableres).
- Fungerer om sommeren, men ikke alltid om vinteren.
- Forutsatt at det kan kombineres med vegformål, tar det relativt lite plass.
- Har stor kapasitet i forhold til strømningsverrsnitt (lav ruhet).
- Relativt lite vedlikeholdskrevende og langt livsløp.

Ulempen er at et ledningssystem ikke har de samme fordelene som blågrønne, åpne løsninger (LOD-løsninger) med tanke på bærekraft.

Begrensninger til et ledningsbasert overvannssystem er:

- Selv om det nye utbyggingsfeltet bygges med et separert system, der overvann ledes bort i en egen ledning, er systemet nedenfor tiltaket ofte et gammelt felles system (AF), der det separerte overvann blandes inn i avløp – inntil separering av ledningsnett blir gjennomført.
- Dersom alle nye utbyggingsfelt oppstrøms legger overvannsledninger med store dimensjoner, vil det være behov for enda større ledningsdimensjoner nedstrøms.

Mao. velges et ledningsbasert overvannssystem uten noen form for fordrøyningstiltak, vil dette kunne utløse behov for oppdimensjonering av eksisterende overvannssystemet nedstrøms tiltaket - før utbyggingsfeltet kan knytte seg til.

- Selv om kapasiteten til overvannsledningen er stor nok, vil smeltevann i en vintersituasjon ikke alltid komme inn i ledningsnett siden sluker er tett eller fryset pga. av is og snø.
- I situasjoner med ekstremvær er det urealistisk at alt overvann fanges opp av et ledningssystem. Det vil forekomme flomavrenning på terreng, som man må styre, siden store mengder vann vil renne forbi vegslukene.
- Overvann vil ikke bli rensset, dersom overvann sendes rett inn i ledningene.
- Målet om å bruke overvann som blågrønt element i byen, vil ikke bli innfridd.

Funksjon og betydning av et ledningsbasert overvannssystem må også sees i sammenheng med områdets beliggenhet (Norconsult 2018):

Sentrumsområdene:

Sentrumsområdet er så tettbygda at man må forvente at overvannsledninger vil være en helt sentral del av overvannshåndteringen sammen med flomveger. Det er en viss mulig for åpning av overvannsrør/bekker og å gjøre det om til parkelementer eller andre blågrønne innslag, men dette vil trolig kun skje i begrensede områder (eks. Kirkeparken).

Nye utbyggingsområder nært sjø og på fyllinger:

Mange av de nye utbyggingsområdene i kommuneplanen er svært nært sjø. I nye områder kan bruk av overvannsrør begrenses ved at man i planfasen benytter LOD, naturlig avrenning og åpne kanaler. Begrunnelsen for å begrense bruken av rør i slike områder har både hydrauliske og estetiske årsaker. Ved bruk av LOD vil overvann bli rensset før utslipp i fjæra. Åpne overvannskanaler får i tillegg en viktig funksjon som flomveger for å avlede overvann fra områder oppstrøms. I tillegg vil man unngå lite bærekraftige løsninger ved å måtte pumpe overvann ut til sjøen.

Nye utbyggingsområder oppstrøms eksisterende:

Her er utfordringen at eksisterende overvannssystemer nedstrøms ofte ikke er dimensjonert for en framtidig situasjon. Der åpne vannveier (bekker e.l.) eksisterer, blir disse brukt i kombinasjon med infiltrasjons- og fordrøyningstiltak (LOD). Overvannsrør under bakken legges her for å samle overvann til fordrøyninger og utløp. Drenering vil fortsatt utløse behov for en overvannsledning under bakken, men med en mye mindre dimensjon.

Eksisterende eldre utbyggingsområder:

Ved fornyelse av ledningsnett til et separat system må eksisterende forhold ivaretas. Drensvann og overvann som vanskelig kan ledes bort, må bli tilkoblet ledningssystemet. Men dersom det er mulig å lede vann ut til bekk eller åpne løsninger (LOD/BGH faktor), må dette vurderes. Ved planlegging av fornyelsesprosjekter må det gjøres en avveining mht kostnader for åpne eller lukkede fordrøyningsløsninger kontra kostnader for oppgradering av ledningsnett.

Fornylese av det kommunale ledningsnett

Tromsøs byområdet preges av at flere avløpssoner inneholder et felles avløpssystem med varierende utstrekning. I disse avløpssonene vil overvannsmengder under nedbør og snøsmelting tidvis være så store at både pumpestasjoner og renseanlegg må avlastes gjennom egne driftsoverløp (regnvannsoverløp), der fortynnet avløpsvann føres urensset til sjø. Plassering av disse overløpsutslippene er svært varierende mht. utslippsdyp og utslippets lengde fra land, og kan påvirke fjæresonen i ulik grad.

Siden strandsonen reguleres i økende grad til boligformål, ligger her et konfliktpotensial mellom ulike brukergrupper.

Omlegging fra et felles system til separate systemer for spillvanns- og overvannstransport vil være et avbøtende tiltak. Men fornyelsestakten er per i dag ikke høy nok og krever enorme midler og ressurser for å øke takten. Separering av ledningsnett må derfor styres til prioriterte avløpssoner og må sees i sammenheng med et utbyggingsprogram. Prioritering av avløpssoner vil inngå i kommunedelplanen for vann og avløp 2020-2032 (under utarbeidelse), og være en del av kommunens strategi for fornyelse av vann- og avløpsnett.

Valg av gjentakintervall – den dimensjonerende nedbøren

Overvannsløsninger må dimensjoneres for å kunne avlede overvann i en gitt nedbørssituasjon. Den såkalte dimensjonerende nedbøren er knyttet til et gjentakintervall, som må konkret vurderes i VAO-rammeplan for hhv reguleringsplan, byggesøknad eller fornyelsesplanlegging av ledningsnett. Oppstillingen nedenfor må oppfattes som veiledende utgangspunkt.

Dimensjonerende regnskyllhyppighet (1 i løpet av n år) ^[2]	Plassering (områdetype)	Dimensjonerende oversvømmelseshyppighet (1 i løpet av n år) ^[3]
1 i løpet av 5 år	Områder med lavt skadepotensiale (utkantområder, landkommuner etc)	1 i løpet av 10 år
1 i løpet av 10 år	Boligområder	1 i løpet av 20 år
1 i løpet av 20 år	Bysenter/industriområder/forretningsstrøk	1 i løpet av 30 år
1 i løpet av 30 år	Uderganger/ Områder med meget høyt skadepotensiale	1 i løpet av 50 år

Fig. 19: Anbefalte minimums dimensjonerende gjentakintervall for separat og felles avløpssystem (Norsk vann 2008)

Dimensjonering av ledningsnett under bakken må også sees i sammenheng med diverse LOD-tiltak på bakken. Dimensjonering av sistnevnte avhenger om formålet er demping av flomtopper eller rensing av overvann. I områder oppstrøms tilstrebes demping av flomtopper med et gjentakintervall for LOD med 5 - 20 års gjentakintervall. I laveste sone eller langs sterk trafikkerte veger er rensing av overvann for et lavere gjentakintervall mer hensiktsmessig. Når gjentakintervall velges, spiller flere faktorer inn, bl.a. kapasitet av det eksisterende ledningsnett.

Når ledningsnett og LOD-tiltakene dimensjoneres, må også de tilknyttede flomvegene inngår i beregningen. I utgangspunktet bør flomveger eller bekker kunne avlede en 200-års flom.

Oppsummering

Et ledningsbasert overvannssystem vil fortsatt være en nødvendig del av Tromsøs framtidige overvannssystem. Selv ved utstrakt bruk av åpne kanaler, LOD og overflateavrenning vil det være behov for rørbaserte løsninger. Dette skyldes de stedlige grunnforholdene, fordi infiltrert vann ikke bare blir «borte», men dukker opp f.eks. som drensvann til bebyggelsen nedstrøms. Overvannsledninger vil også være nødvendig, fordi drenering må legges dypt på grunn av kjellere og konstruksjoner. Samtidig vil en overordnet målsetting om en bærekraftig byutvikling påvirke valg av løsninger, som er basert på flere kriterier enn kun tekniske, økonomiske forhold.

4.4. TILTAK 2: AVLEDNING I BEKKER OG GRØFTER

Et kjennetegn i Tromsø er de mange små bekkene, som samler vann fra fjellsiden og leder det til sjøen. På Tromsøya ble nesten alle bekker lagt i rør for å gi plass til bebyggelsen. På fastlandet og Kvaløya finnes det fortsatt åpne bekker, fordi nedbørsfeltene er på en størrelse som gjør bekkelukkinger vanskelig. Noen steder ble det gjort allikevel.

Åpne bekker som overvannstiltak

Eksisterende bekker eller grøfter gir mulighet for å lede inn overvann fra utbyggingsfelt, som ikke kan infiltreres eller fordrøyes lokalt. I ekstremværsituasjoner vil disse bekkene også fungere som flomveg. Det er mange fordeler knyttet til å lede overvann i åpne bekker:

- Avledning av overvann til åpne bekker vil redusere tilførselen av overvann til avløpsnett.
- Åpne bekker er lettere å tilpasse til et klima i endring med mer intense nedbør enn nedgravde løsninger.
- Ved åpne bekker har man mer kontroll for å håndtere oversvømmelse og flomskader.
- Opprettholdelse av vannbalansen og grunnvannsnivået i området blir bedre. Setningskader unngås.
- Det gir mulighet for tilrettelegging for friluftsliv og folkehelseiltak, som gjør Tromsø til en mer attraktiv blågrønn by.

I den forbindelsen er det kartlagt 28 bekker i byområdet (fig. 20). Det ble beregnet vannmengden for en flom med 20 års gjentaksintervall, der det ble tatt utgangspunkt i en avrenningsfaktor basert på dagens arealbruk og bebyggelse. Kartleggingen viser at alle 28 bekkeinntak (kulverter) er underdimensjonerte for en 20 års flom (Norconsult 2018).

Bekkene i distriktet er ikke kartlagt, men det er god grunn til å anta at også disse kulvertene er underdimensjonerte.

Siden de undersøkte kulvertene ligger under fylkeskommunale og statlige veier, tilfaller dette ansvaret ikke Tromsø kommune. En dialog med Statens vegvesen (SVV) og Fylkeskommunen er innledet. Kommunen som planmyndighet må sørge for at vegeier er part i reguleringsaker, dersom overvann fra utbyggingsfelt vil påvirke de underdimensjonerte kulvertene (vedlegg 5).

Fig. 20: Kartlagte bekker med underdimensjonerte kulverter i byområdet (Norconsult 2018)



Kommunen som lokal vassdragsmyndighet

Når både overvann fra avskjærende grøfter, overløp fra fordrøyningstiltak, vegvann og vann fra flomveger ledes til disse bekkene, vil det føre til enda større flomproblemer nedstrøms.

Mulighet for å lede overvann til bekker, vil bli vurdert både i rammeplan for vann, avløp og overvann og i den områdevisse fornyelsesplanlegging av VAO infrastruktur. Den framtidige avrenningen må beregnes og bekkens kapasitet for å ta imot overvann uten fare for oversvømmelse nedstrøms, vurderes. Siste endringene i plan- og bygningsloven § 1-8 femte ledd åpner for restriksjoner når det gjelder innledning av overvann i nærmeste bekk.

Tromsø kommune ivaretar sin rolle som lokal vassdragsmyndighet ved anvendelse av samordningsparagrafen i vannressursloven § 20 bokstav d) og kan godkjenne denne typen tiltak dersom Norges vassdrags- og energidirektoratet (NVE) samtykker. Alternativt må NVE gi konsesjon.

Gjenåpning av bekker som overvannstiltak

Et annet tiltak er å gjenåpne bekker som ligger i rør på hele eller deler av strekningen. Gjenåpning av bekker er for det meste vanskelig å reversere. Ofte ligger bebyggelsen over et gammelt bekkeløp.

Allikevel bør potensiale for gjenåpning av bekker undersøkes for å tilrettelegge for en bedre

- Bjørnebekken (Hamna)
- Sykehusbekken (Breivika/Gimle)
- Prestvannbekken (Charlottenlund/Workinnmarka)
- Sidebekk til Krokkelva (Kroken)
- Bekk ved Skjelnan skole (Skjelnan)
- Dreneringsgrøft fra Bymyra gjennom Holt til sjøen (SørTromsøya)

overvannshåndtering. Etter en første gjennomgang ansees følgende bekker å kunne ha potensial for gjenåpning:

En sterkere fokus på åpne vannveger vil også fremme et ønske om ferdsel langs disse

blågrønne strukturene. Når stier anlegges, må det tas hensyn til flom, overvann og erosjon (Miljødirektoratet 2019).

Avskjærende overvannsgrøfter



Fig. 21: Avskjærende bekk ovenfor bebyggelsen

Et effektivt overvannstiltak i Tromsø er avskjærende overvannsgrøfter oppstrøms bebyggelsen. Tromsø kommune har utviklet frostisolerte overvannsgrøfter, som leder bort overvann også i mildværsperioder om vinteren samt smeltevann om våren. Prinsippet er å pakke drenerørrene inn i et frostisolerende glasoporlag, som forhindrer at vannet i og rundt drenerørrene fryser. Et sammenhengende system av avskjærende grøfter er første-forsvars tiltak for å håndtere overvann. Avskjærende overvannsgrøfter finnes bl.a. på de bratte fjellsidene på fastlandet og Kvaløya innenfor byområde. Erfaringene med de frostisolerte grøftene er gode.

Det er to punkter som må enda sterkere fokuseres på (Norconsult 2018):

- Tilgang for drift og vedlikeholdt er kritisk og må sikres f.eks. i reguleringsplan med atkomst. Forståelsen må være på plass hos oppsitterne og internt i kommunen.
- En konsekvensvurdering må rutinemessig inn dersom man foreslår å lede overvann inn i eksisterende bekker mht fare for oversvømmelser nedstrøms og underdimensjonerte kulverter/bekkeinntak.

4.5. TILTAK 3: LOKALOVERVANNSDISPONERING (LOD)

Lokal overvannsdiskonering (LOD) betyr at man bruker naturen til å håndtere overvann så nært kilden som mulig. LOD er en samlebetegnelse for mange typer løsninger der vannet infiltreres eller fordrøyes lokalt, noe som tilsvarer ledd 1 og 2 i tretrinnsstrategien (kap. 4.2). Men også LOD-løsninger genererer avrenning som må ledes et sted, enten til grunnvann, flomveg, bekk eller rørbasert system. Tromsøs overvannsstrategi framsetter at det er nødvendig å kombinere ledningsbaserte systemer med lokal overvannshåndtering (LOD) for å møte byens utvikling i et klima i endring. Denne kombinasjonen utfyller hverandre mht kapasitetsbegrensninger i ledningsnettet og behovet for LOD å ha overløp til et annet system.

En typisk utbyggingsak i Tromsø by i dag er at mengden overvann som tilføres kommunalt ledningsnett, ikke skal økes på grunn av den nye utbyggingen. Lukkede fordrøyningsstank er en enkel løsning uten tilleggsgevinst for f.eks. uterom og rekreasjon (kap. 4.6). Alternativer er følgende LOD-tiltak:

- Frakobling av takrenner
- Grønne tak
- Regnbed, dam, våtmark
- Infiltrasjonsgrøfter, swales/vadi med terskler
- Åpne fordrøyningsbasseng
- Gjenåpning av bekk
- Permeable overflater
- Trær og annen vegetasjon

I rammeplan for vann, avløp og overvann for Einerhagen boligfelt (fig. 22) ble LOD-prinsippet anvendt i form av regnbed, renner, grøfter, bevaring av stedegen vegetasjon samt planting av trær og busker. Overløp ledes til flomveger, som forhindrer en tilleggsbelastning av det kommunale ledningsnettet nedstrøms.

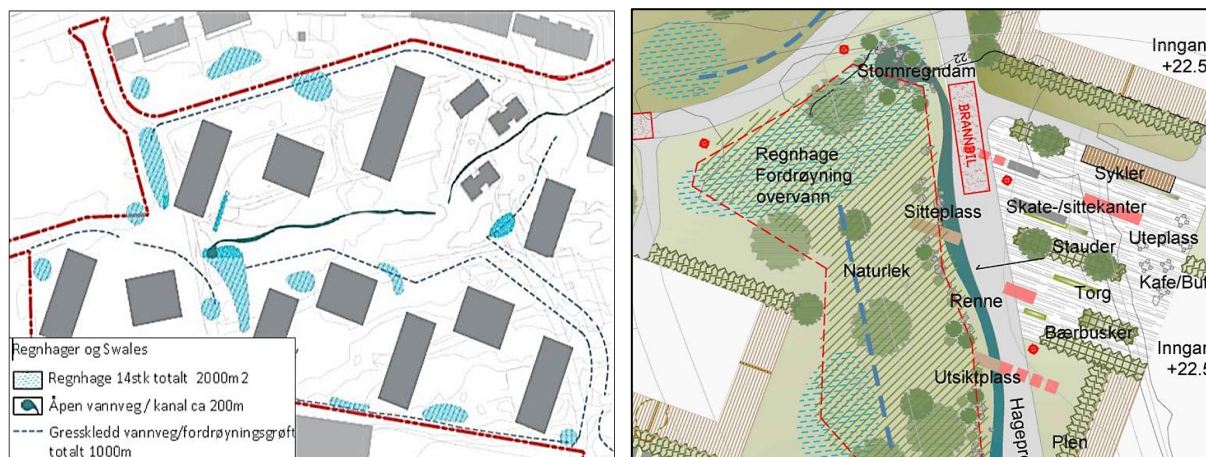


Fig. 22: LOD-løsninger i VAO rammeplan og landskapsplan for Einerhagen (Multiconsult/LoLeLandskap 2017)

Funksjon av LOD-tiltak om vinteren

Erfaringen viser at de største overvannsproblemene i Tromsø så langt opptrer i forbindelse med snøsmelting og gjenising av stikkrenner, bekker, overvannsgrøfter og sluk. Snø og is langs gatene kan også skape uønskede «kanaler» og demninger. Frosne sluker forhindrer at overvann i det hele tatt kommer inn i det kommunale ledningsnettet. Iskjøving fra grøfter kan føre til islagte arealer og veger.

Større vedlikehold om vinteren

For at avrenning fra LOD-baserte overvannssystemer til overvannsledninger skal fungere, kreves det i mye større grad drift og vedlikehold om vinteren enn om sommeren. For at tilgang til sluksystemene opprettholdes, skrapes det alle sentrale veger.

Tromsø kommune har utarbeidet en oversikt over kritiske vedlikeholdspunkt som bekkeinntak, sluk og grøfter, som fort kan fryse igjen (Tromsø kommune 2016).

Nedbør om vinteren

Selv om vinterhalvåret i Tromsø byr på problemer som tine- og frysesykluser, så har det ikke vært ekstreme regnhendelser om vinteren så langt. Klimaprognosen anslår en økning av nedbør med 10% om vinteren og våren, og en økning på 30% om sommeren i Troms. Ser man på erfaringer fra resten av landet, knyttes ekstremnedbør hittil til hendelser i sommerhalvåret. Allikevel vil nedbør i form av regn på snødekt flate skje oftere i framtiden. Regn kan lagres i snøen på grunn av kapillære krefter i porevolumet. Tilføres for mye varme, blir porene i snøstrukturen større og vannet frigjøres til avrenning, mao. vil snøen «sprekke». Snøens evne til å ta imot vann endres også som følge av mekanisk bearbeiding (brøyting). Snøen kan altså fordrøye nedbør, men kan også bidra til hurtig avrenning av en større mengde vann enn det som kommer i en kortvarig nedbørshendelse. Dersom et snødeponi etableres i eller inntil en terrengforsenkning/regnbed eller i tilknytning til en grøft/swale, vil en stor del smeltevann fanges opp i disse åpne overvannstiltak både med tanke på fordrøyning og naturlig rensing (Norconsult 2018).

Eksempel: grønne tak om vinteren

Når det gjelder fordrøyningsevnen av grønne tak om vinteren, kan det trekkes fram erfaringer fra et forsøksstak i Oslo. Målinger ble utført over fem år for tre typer takteking. Resultatet var at grønne tak fordrøyer mer vann – også om vinteren - enn tak uten vegetasjon. Spesielt om våren under snøsmeltingen kombinert med regn var avrenning fra de grønne takene betydelig mindre enn fra det sorte referansetaket. Men også om vinteren er dempingeffekten god, sammenlignet med tak uten vegetasjon (Braskerud 2014).

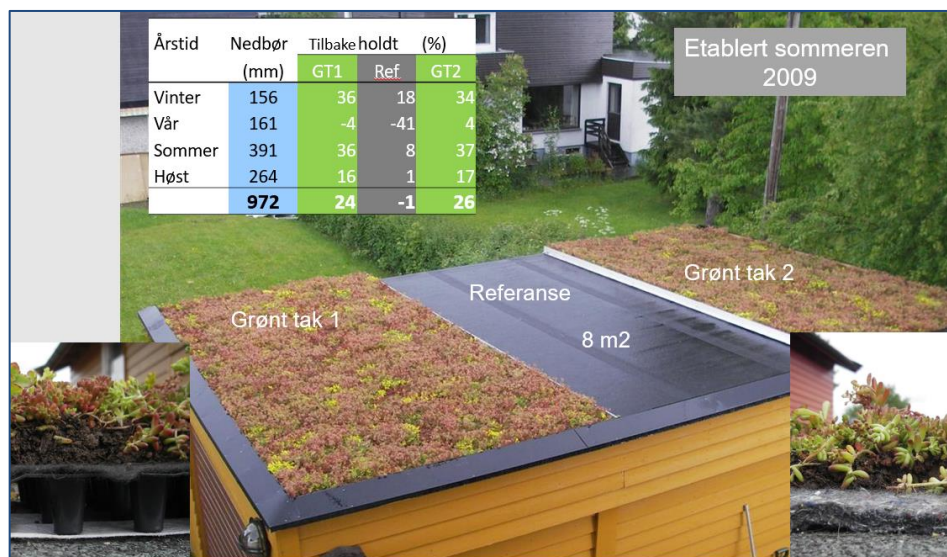


Fig. 23: Garasjetak i Oslo med og uten vegetasjon (Braskerud 2014)

Eksempel: regnbed om vinteren

I litteraturen beskrives at funksjonaliteten av et infiltrasjonstiltak vanligvis avtar i løpet av vinteren. Jo flere tine- og frysesykluser forekommer, desto mer øker faren for betongfrost, som tetter porene i jorda med is, inntil utviklingen snus og infiltrasjonen starter opp igjen under smelteprosessen (Saksæther et al. 2012). En gjentakende erfaring er at dersom et regnbed fungerer godt om sommeren, så fungerer den også godt om vinteren, men med redusert infiltrasjonskapasitet (Davidson et al. 2008)



Fig. 24: Regnbed for rensing av vegvann (A. Gillespie)



Fig. 25: Våtmark i boligbebyggelsen

Eksempel: plassering av snødeponier ved infiltrasjonsarealer – som tiltak mot forurensning

Et annet moment i diskusjonen om vinterdrift er smeltevann fra snødeponier som kilde til forurensning. Det har blitt større fokus på dette temaet og man kan forvente strengere regler enn man har i dag. Derfor er det nødvendig å avsette tilstrekkelig plass for lokale snødeponier, helst i forbindelse med terrengforsenkninger (BGHF kap. 4.6). Prinsippet bak lokale snødeponier er å infiltrere og rens smeltevann lokalt, fremfor å lede det til overvannsledninger med utslipp til sjø og opphopning av miljøgifter ved sentrale utslippspunkter (Norconsult 2008).

Et regnbed eller terrengforsenkning kan brukes som lokal snødeponi for å rens smeltevannet (fig 26 og 27).



Fig. 26: Regnbed som rensiltak for forurenset snø fra parkeringsplass



Fig. 27: Snødeponi ved en terrengforsenkning

Kommunale prosjekter som forbildefunksjon

Det gjelder å prøve ut ulike typer LOD-løsninger for å finne den rette oppbyggingen og utformingen for det subarktiske klima i Tromsø. Her må kommunen ivareta en forbildefunksjon og prøve ut forskjellige LOD- løsninger. De første kommunale eksempler finnes på Charlottenlund og i Domkirkeparken. Regnbed med frostisolerende glasoporløsning ble anlagt i Alfheimparken og på Borgtun skolegård.

Treleddsstrategien – det tredje leddet

Når infiltrasjon- og fordrøyningsevnen grunnet snø og is er oppbrukt, mao. når ledd 1 og 2 i tretrinnsstrategien ikke lenger oppfyller sin funksjon, må ledd 3 tre i kraft. Det betyr at flomveger må lede overvann og smeltevann bort.

For at en flomveg kan oppfylle sin funksjon, må brøyterutiner være oppdaterte. Snødeponier og brøytekanter må plasseres slikt at overvann kan renne på den tiltenkte flomvegen.

Oppsummering – funksjon av LOD om vinteren

På lik linje med et ledningsbasert overvannssystem har også LOD innskrenket funksjon om vinteren, og må sees i sammenheng med:

- Gode driftsrutiner rundt kritiske punkter
- Unngå betongfrost ved god drenering, evt frostisolering (glasopor)
- Bruke LOD tiltak som regnbed og terrengforsenkninger for å rense avrenning fra snødeponier
- Lage gode overganger mellom LOD (1. og 2. ledd) og flomveger (3. ledd)
- Følg klimautviklingen om ekstreme regnhendelser også opptrer om vinteren

4.6. TILTAK 4: BLÅGRØNNHVIK FAKTOR (BGHF)

I rammeplanen for vann, avløp og overvann kan overvannshåndtering utløse krav om ulike infiltrasjons- og fordrøynings tiltak (LOD) ved utbygging. Blågrønnhvit faktor (BGH faktor) er en metodikk, som setter disse LOD-tiltakene i et helhetlig system ved å se overvannshåndtering og uteromsplanlegging under ett. Dette vil kreve samarbeid mellom VA-faget og landskapsplanleggere – både hos tiltakshaver og på tvers av de kommunale etatene.

BGH faktor bidrar til å gi uterom en høyere status i planprosesser. Tiltak som f.eks. åpen overvannshåndtering og bevaring/planting av trær, poengsettes og til sammen oppnår disse en viss poengsum. Hensikten med BGH faktor er at ulike grønne, blåe og hvite tiltak (fig. 28) kompenserer for tap av grønne arealer og permeable flater, som et hvert byggetiltak fører med seg. Kompensasjon kan måles ved at poengsum for de ulike tiltakene sees i forhold til tomtestørrelsen av utbyggingsarealet. Metoden sikrer dermed en viss andel grønne og blåe kvaliteter i uterom, noe som vil bedre overvannshåndtering og øke biodiversitet, rekreasjon og trivsel. Anvendelsen er fleksibel, siden tiltakshaver kan velge hvilke grønne og blå kvaliteter (tiltak) er hensiktsmessig å anlegge.

Metodikken er tilpasset til Tromsøs klimatiske forhold og utvider den opprinnelige blågrønne faktoren med en hvit faktor. Alle tiltak ble kommentert mht. deres funksjon i vinterhalvåret og poengsetting ble endret deretter (Norconsult 2019)(vedlegg 2 og 3). Tiltakslisten ble utvidet med et nytt tiltak som gir poeng for plass til snødeponi.

Ved å innføre BGH faktor som metode, iverksetter Tromsø kommune intensjonen i §3-1 plan- og bygningsloven. Formålet er at vann brukes som ressurs i byutviklingen og ved utbyggingsprosjekter. Når blågrønne tiltak må poengsettes i en reguleringsprosess, skapes det bevissthet både rundt den tekniske siden av overvannstiltak, men også for rekreasjon, estetikk og biodiversitet i uteområder. Samtidig skaper metodikken forutsigbarhet ovenfor tiltakshaver når det gjelder krav til utforming av uteromsplaner.

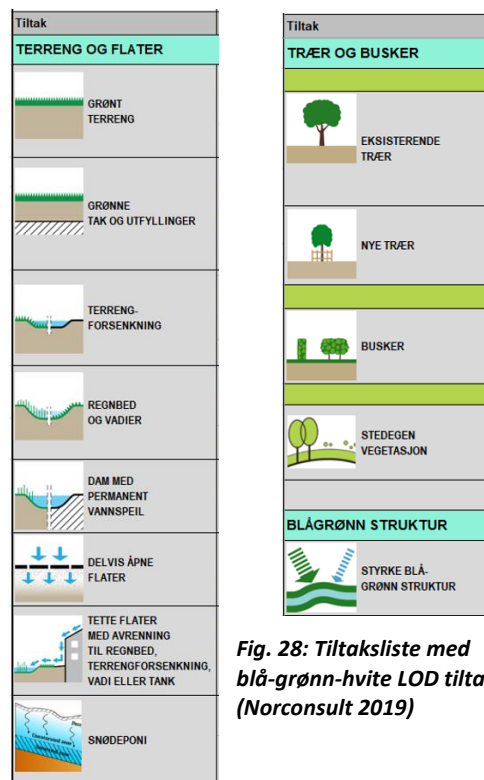


Fig. 28: Tiltaksliste med blå-grønn-hvite LOD tiltak (Norconsult 2019)

Fordeler med BGH faktor som en del av overvannshåndtering i Tromsø er:

- Klare retningslinjer vedrørende behandling av overvann i planprosesser.
- Større rensegrad av overvann som reduserer risiko for miljøtiltak grunnet forurensning i sjø.
- Store investeringskostnader kan spares på grunn av redusert behovet for oppdimensjonering av VAO-infrastruktur nedstrøms tiltak. Spesielt viktig ved fortetting.
- Mulighet for å dempe skader ved klimaendringer med mer intens nedbør.

Andre positive sider ved innføring av BGH faktor er:

- Legger til rette for bedre kvalitet av uterom.
- Økt folkehelse og trivsel i grønnere bomiljøer.
- Opprettholder den naturlige vannbalansen (grunnvann, bekker).
- Forbedrer luftkvaliteten (binder f.eks. svevestøv).
- Mindre driftsutgifter for snørydding – ved økt fokus på snødeponi som tiltak.
- Et framtidrettet system for planlegging av uterom, som brukes i dag i flere større byer i Norge.

Avhengig av eksisterende VAO infrastruktur kan blågrønnhvite-tiltak gi besparelser for utbyggere, siden LOD-løsningene er rimeligere enn konvensjonelle overvannsløsninger (kap. 4.9). Uansett vil alle tiltak, som avlastet det kommunale ledningsnettet, være fordelaktig mht. de kommunale investeringskostnader. I tillegg til anleggs- og driftskostnader knyttet til åpne overvannsløsninger, må det understrekes at uterom utformet etter BGHF, gir en merverdi for samfunnet som oftest blir glemt i regnestykket. Gode uterom gir bomiljøet kvalitet, noe som øker trivsel og rekreasjon og har utslag for folkehelse. Private uterom som knytter seg til den kommunale grøntstrukturen, legger til rette for ikke motorisert ferdsel i en by med ambisiøse klimamål.

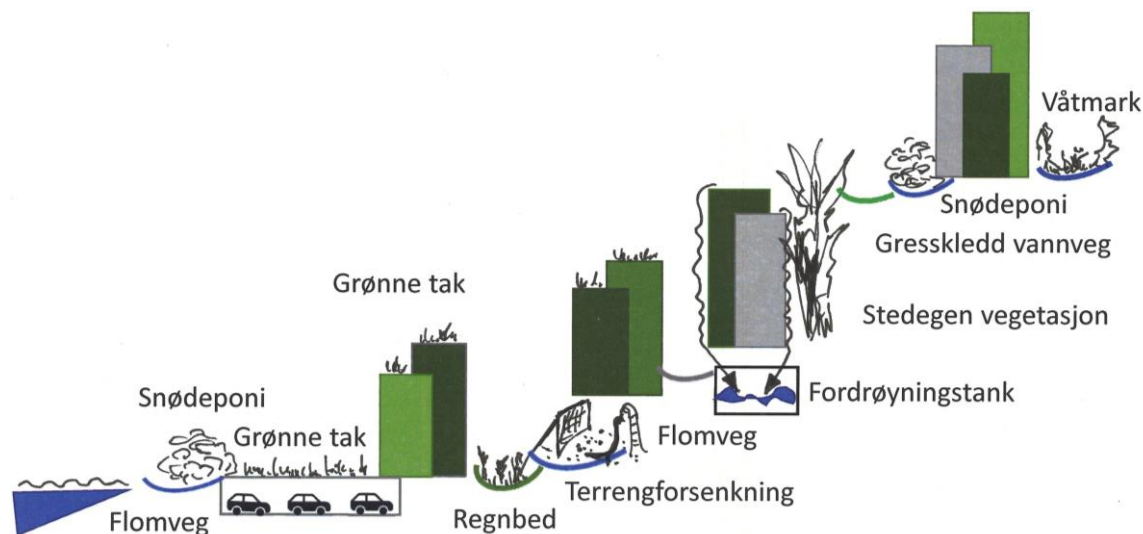


Fig. 29: Prinsippkisse utbyggingsområder i Tromsø – utformet etter blågrønnhvite faktorer (Kern 2019)

Valg av faktornivå

Faktornivå styrer hvor høy kompensasjon for tap av permeable overflater skal være. Eller enklere sagt, hvor grønt et område skal bli.

Tromsø sentrum:

Kommunedelplan for sentrum fastsetter BGH faktor i sine bestemmelser. Fordrøyningstiltak er påtrengende i sentrumsområdet, fordi kapasiteten i renseanlegget overskrides nesten hver gang når det regner. Det er allikevel valgt en lav faktor av hensyn til de begrensede kvartalstørrelsene, som gjør det vanskelig å avsette areal for blågrønnhvite tiltak.

Fortetting i småhusbebyggelse jf pkt. 8 i kommuneplanbestemmelser:

BGH faktor tas inn i kommuneplanbestemmelser om fortetting i småhusbebyggelse etter byggesøknad. Faktoren trer i kraft når bebygd areal (%-BYA) øker i forhold til dagens. Fortettingsanalysen (kap. 3.5) viser at den eksisterende infrastrukturen ikke vil klare å håndtere den framtidige overvannsmengden. Infiltrasjons- og fordrøyningstiltak må kompensere for den økte, tette overflaten. BGH faktoren settes på et overkommelig, moderat nivå.

Resterende boligbebyggelse:

Boligbebyggelsen utenfor sentrumsplanen og fortettingsområdene har en mindre urban karakter med mindre tetthet og større tomter. Faktoren settes noe høyere for å fremme gode bokvaliteter ved bl.a. fremtidig blokkbebyggelse. Eneboligtomter utenfor fortettingsområder har ikke noe problem å oppnå dette kravet.

Offentlige veger med høy trafikkbelastning og parkeringsplasser:

Når det settes BGHF-krav til sterk trafikkerte veger og parkeringsplasser, vil dette kunne bidra til å redusere forurensingsbelastningen til sjø og strandsonen ved at partikler filtreres i jord og vegetasjon. Man oppnår spesiell god renseseffekt av overvann dersom man klarer å lede både «først flush» (=første avrenning ved et regnskyll) og «last flush» (=avrenning fra snødeponier) inn til beplantet vegareal eller spesielle bed med beplantning.

Næringsbebyggelse:

Næringen skal ikke belastes med høye BGHF-krav, men en lav faktor er lett oppnåelig når det uansett må anlegges bl.a. snødeponier og forsenkninger for flomveger langs tomtetegrensen. Siden næringsområder pleier å ha mange arbeidsplasser, kan det forventes at atkomst og omgivelsen rundt arbeidsplassen er til en viss grad estetisk utformet, f.eks. med grønne innslag av vegetasjon (pbl §1-1). Blågrønne tiltak bidrar også å binde støv. Krav på en moderat BGH faktor er i tråd med kommunens satsing på bruk av kollektivtransport, gang og sykkel, kombinert med en restriktiv parkeringsnorm bl.a. for ansatte parkering.

Blågrønnhvit faktor i distriktet:

Krav om blågrønnhvit faktor begrenses til byområdet. Det oppfattes ikke som hensiktsmessig å pålegge dette kravet til spredt bebyggelse i distriktet eller mindre tettsteder.

Plassering av ansvar for blågrønnhvit faktor i planprosesser

I Tromsø kommune ligger det faglige ansvaret for uteromsplaner hos planavdelingen. Derfor må blågrønne tiltak velges og beregnes i reguleringsprosessen. Dette forutsetter en tilstrekkelig detaljert uteromsplan for å kunne beregne de enkelte blågrønne tiltakene i antall eller areal. Uteromsplan må samordnes med både VAO- og OSG rammeplan (offentlig samferdsel- og grøntanlegg) når det gjelder overvannstiltak, høydekoter, flomveger, plassering av sluk og overløp.

I byggesøknader må blågrønne tiltak inngå i VA-søknaden.

Når VAO rammeplaner må utarbeides i lag med uteromsplaner, vil det kreve en annen grad av samhandling både internt i kommunen og også eksternt hos forslagsstilleren. Dette vil heve standarden på uteromsplaner og gi bedre tekniske løsninger for infrastrukturen.

4.7. TILTAK 5: FLOMVEGER

Når overvannssystemet under bakken er overbelastet, tilstoppet eller tilfrosset, er det behov for et avrenningssystem som kan lede bort vann på overflaten. Gode åpne flomveger bidrar dermed til et mer robust overvannssystem, som tåler klimaendringer (NOU 2015:16). Disse flomvegene kan være planlagte eller naturlige. I treleddsstrategien er flomveger det tredje leddet, som trer i kraft når infiltrasjons- og fordrøyningskapasiteten er oppbrukt. Flomveger brukes også i forbindelse med oppstuvet avløpsvann fra kummer som går i overløp, grunnet nedbør eller stormflo.

Flomveger i Tromsø vil i hovedsak følge vegnettet. Asfalterte veger har lite ruhet og gir rask avrenning. Bekker og veggrøfter kan også fungere som flomveger. Siden Tromsø er bygd på skrånende terreng er det få naturlige arealer, der vannet samler seg for fordrøyning. Det er heller ikke hensiktsmessig å anlegge kunstige forsenkninger som fordrøyningstiltak nært sjøen. En utfordring for avrennende overvann er derimot fyllingene i fjæra. Lavbrekk mellom gammel strandlinje og ny fylling kan føre til oppsamling av overvann. Her må det sikres at flomveger fra området oppstrøms leder overvann uhindret til sjøen (Norconsult 2018).

Ulike typer flomveg

Avhengig av plassering, omgivelse og vannmengde kan flomveger ha et mer urbant utseende eller blir utformet tilpasset en mer landlig omgivelse. Flomveger kan være en steinlagt renne, en gresskledd grøft, en bekk, et åpent betongrør, en del av et grøntområde eller en veg – med ensidig fall eller v-formet, med kantstein eller med minimale høydeforskjeller i asfaltbelegget. For at en flomveg fungerer både i en flomsituasjon og ved tørrvær, der den kan ha en helt annen funksjon, kreves det god utforming og design. Kommunen må definere noen retningslinjer hvordan flomveger skal utformes, som følges opp i de kommunaltekniske normer.



Fig. 30: Ulike typer flomveger i Tromsø

Fra avrenningslinjer til flomveger

For å definere areal som skal brukes som flomveg, er avrenningslinjer for hele byområdet modellert (Tromsø kommune 2018). Flomveger følger i hovedsak naturlige avrenningslinjer. I områder der avrenningslinjene ansees å ha potensiale for å skade bygg eller infrastruktur, er det lagt inn en alternativ rute dersom mulig. Flomveger som avviker fra den naturlige avrenningslinjen, må tilrettelegges for at overvann skal renne den ønskede veien. I en ekstrem situasjon vil vann renne nærmest overalt. Det er de store overvannsstrømmene en flomveg skal lede gjennom bebyggelsen og ned til sjøen. De primære hovedflomvegene, som må avsettes som hensynssoner i arealdelen, vises i kartappen i vedlegg 1. Mindre sekundære flomveger må modelleres og tilpasses i forbindelse med omsøkt tiltak eller plan. Sekundære flomveger må utformes slik at overvann tilføres de primære flomvegene.

4.8. TILTAK 6: RENSERUTINER FOR VEGER OG SLUK

Overvann fra bebyggelse, veger og tunneler inneholder en blanding av miljøgifter, mikroplast og annen forurensning. Kartlegging av forurensningsnivåer i overvann i Tromsø (AkvaplanNiva 2014) indikerer at det ikke er en framtidsrettet løsning å slippe overvann urensset til sjøen. Siden en god del av overvann i dag føres ut i strandsonen, akkumulerer miljøgiftene seg rundt utslippspunktene. Tromsø kommunes målsetting om en tett by der store deler av den nye boligbebyggelsen legges på fyllinger, er dårlig forenelig med utslipp av overvann rett i fjæra og krever tiltak som er beskrevet under.

Kommunens renseanlegg er verken dimensjonert for å ta imot overvann i tillegg til sanitært avløpsvann, eller tilrettelagt med en renseteknologi rettet mot miljøgifter. Ut i fra en totalvurdering er det samfunnsøkonomisk mest effektivt å håndtere forurensning i overvann så nært kilden som mulig fremfor å etablere overvannssystemer med egne renseløsninger f.eks. langs de mest forurensede veiene. Rensing av overvann må skje i form av mange desentrale tiltak for å unngå lokal opphopning av miljøgifter f.eks. ved bydelsparker langs sjøen og urbane badeplasser ved strandpromenaden. Rensetiltak må også være tilpasset ulikheter av forurensningsgraden, avhengig om overvann kommer fra veger, takflater, snødeponier eller fra grønne områder.

Overvannsstrategien fokuserer på rensing av overvann fra sterk trafikkerte veger og parkeringsareal:

- **Innføring av blågrønnhvit faktor (BGH faktor):**
Rensing av overvann integreres i konseptet blågrønnhvit faktor (BGHF), som vektlegger løsninger som reduserer forurensning. Anvendes ved tiltak på veg- og parkeringsareal.
- **Rutiner for rengjøring av veger:**
Systematisk rengjøring av veger med høy trafikkbelastning vil både redusere svevestøvproblematikken og forurensning i overvann.
- **Rutiner for tømning og vedlikehold av vegsluk:**
Systematisk tømning og drift av vegsluk og sandfang for å hindre sandflukt inn i det øvrige ledningsnett.
- **Rutiner for deponering av de forurensede massene:**
Forsvarlig håndtering og lagring av de forurensede massene.
- **Rutiner for rensing av vann fra byens tunneler:**
Tunnelvedlikehold i Tromsø er ikke et kommunalt ansvar, men kommunen har interesse i at tunnelvann er minst mulig forurensset, når det slippes til kommunalt avløpsnett eller overvannsledninger.



Fig. 31: Forurenset avrenning fra mellomlagring av snø

Ved utforming av rutiner må også mulige finansieringsnøkler diskuteres.

4.9. KOSTNADER FOR ÅPNE OVERVANNSLØSNINGER

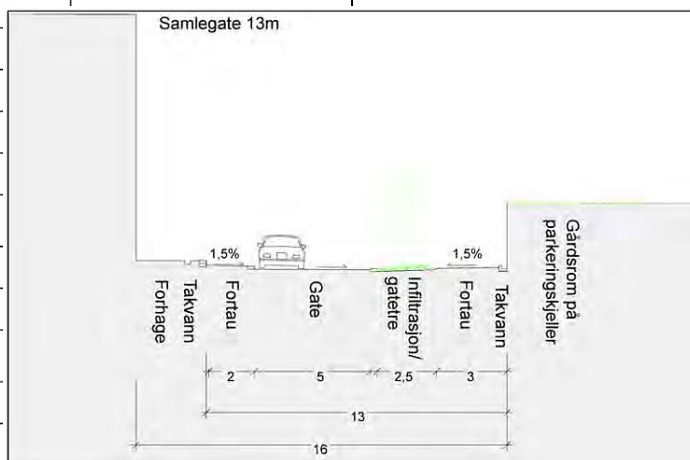
Kostnader for etablering og drift av åpne overvannsløsninger er avhengig av de valgte løsningene for et spesifikt område og er dermed vanskelig å generalisere. Det er også vanskelig å sette en pris på «eksterne kostnader» som miljøkonsekvenser, f.eks. forurensning med miljøgifter av vann og sedimenter tilført via ikke rensed overvann. Det samme gjelder for gevinst fra åpne overvannsløsninger for folkehelse grunnet grønnere bomiljøer. En gjennomført samfunnsøkonomisk analyse forventer imidlertid at etablering av blågrønne løsninger vil gi en netto samfunnsøkonomisk nytte (Samfunnsøkonomisk analyse 2018).

Når man begrenser kostnader for åpne overvannsløsninger til et enkelt prosjekt anslår Statsbygg at driftskostnader for åpne løsninger er på samme nivå eller lavere enn tradisjonelle lukkede anlegg (Statsbygg 2004). I forbindelse med transformasjon fra et samferdselsanlegg til bolig- og næringsområder på Fornebu, ble anleggskostnader for åpne overvannsløsninger kalkulert å være 30% lavere enn tradisjonell lukket løsning (Simonsen et al. 1999).

Oslo kommune har ved transformering av bydelen Ensjø gitt klare føringer for bruk av blågrønne overvannsløsninger. Det ble foretatt en sammenlikning av kostnader per løpemeter i et gateløp, der et overflatebasert overvannssystem ikke vil gi høyere anleggskostnader enn et konvensjonelt system (Cowi et al. 2007).

Tabell 3. Stipulert anleggskostnad gatebredde 13 m, kr pr. løpemeter (X = samme kostnad for begge overvannsløsninger).

Anleggsdel	Mengde	Enh.pris	Konvensjonelt	Overflatebasert
Overbygning gate	5,5 m ²		X	X
Overbygning fortau	5,5 m ²		X	X
Sluk, sandfang 1)	0,03 stk	37 000	1 110	0
Grøft m/ OV- ledning	1,0 m	1 000	1 000	0
Drensledning	1,0 m	200	200	200
”Swale, infiltrasjonsmasser B=2,0m	2,0 m ²	450	0	900
Overløps-sandfang 2)	0,025 stk	10 000	0	250
Grøntfelt B=2,0m	2,0 m ²	150	300	0
Sandfangkasse v/innløp til ”swale” 3)	0,33 stk	2 000	0	650
Beplantning, trær	0,08 stk		X	X
Kantstein	3,0 m		X	X
Nødoverløpsrenne til kulvert 4)	0,055 m	3 000	0	165
Sum, kr pr m			2 610	2 165



Figur 21. Snitt samlegate (13 m) med infiltrasjonssone, trerekke og takvannrenne.

- 1) 3 sandfang for hver 35m med mellomliggende stukledning
- 2) 1 sandfang for hvert kvartal
- 3) Ved åpning hver 3. m i kantstein, inkl. også skråstilt kantstein ved innløpet. Ved mindre lengdefall økes avstanden mellom åpningene i kantsteinen
- 4) Tverrenne L=5,5m nederst i gate inkl. tilkopling til kulvert

Fig. 32: Stipulerte anleggskostnader for ledningsbasert kontra overflatebasert overvannshåndtering (Cowi et al. 2007)

Det må også tas i betraktning at positive ringvirkninger kan oppstå ved økt etterspørsel for permeable belegg, grønne tak samt prosjektering, anlegg og vedlikehold av grønneblå tiltak. Etterspørselen kan gi insentiv til nye produkter og spesialkompetanse på det lokale arbeidsmarkedet.

Når det gjelder Tromsø by vil ofte kombinerte overvannsløsninger være en foretrukket løsning, dvs. etablering av åpne overvannstiltak kombinert med en overvannsledning av mindre dimensjon.

Etablering av åpne overvannsløsninger som regnbed eller snødeponi i tillegg til en overvannsledning under bakken, kan gi noen høyere utbyggingskostnader for tiltakshaveren i form av at areal på bakkenivå beslaglegges. Ser man bort fra åpne alternative løsninger, tilfaller kommunen høye kostnader for oppgradering av det kommunale ledningsnettets fram til renseanlegget. Kommunen som eier av ledningsnettets, vil se gevinsten ved innføring av åpne overvannsløsninger, fordi separering av ledningsnettets som langtidsprosjekt kan prosjekteres mer effektivt og strukturert.

5. EIERFORHOLD TIL OVERVANNSSYSTEMER

Framtidige klimaendringer kan utfordre eksisterende overvannssystemer med hensyn til deres funksjon. For eksempel kan mangelfull drift og vedlikehold øke risiko for oversvømmelser. Vedtatte retningslinjer for framtidig håndtering av overvann (2011) lister opp flere faktorer som styrer eierforhold av overvannsanlegg imellom de kommunale enhetene. Driftsansvar for de respektive overvannssystemene kan ligge både hos Bydrift, Veg eller Vann og avløp.

Vann og avløpsseksjonen har ansvar og eierskap for overvannsanlegg knyttet til gebyrpliktige eiendommer, mens seksjonen for byutvikling eier overvannsanlegg som ivaretar avrenning til bl.a kommunale vegger. Geografisk sett eier byutviklingsseksjonen de fleste overvannsanlegg i distriktet, mens vann og avløpsseksjonen i byområdet. F.eks. driftes bekkedrag, som brukes for å avlede overvann og avlaste det kommunale systemet nedstrøms, av vann og avløpsseksjonen. Byplan som planmyndighet derimot, tildeler bekker et reguleringsformål for at disse kan brukes som overvannstiltak. Mens bydrift trer til, når det er akutt behov for tiltak.

Med innføring av overvannsstrategien vil det i tillegg etableres ulike typer (mindre) fordrøyningsstiltak (LOD). Eierforhold samt drifts- og vedlikeholdsansvar skal konkret vurderes i rammeplaner for vann, avløp og overvann, noe som følges opp i utbyggingsavtalen. Dersom en åpen overvannsløsning defineres som en del av det offentlig overvannsnettets, vil vann og avløp få ansvar for drift og vedlikehold. Grensesnittet mellom privat og kommunalt eierskap er i mindre grad omtalt i retningslinjen og må bli avklart i enhver rammeplan. I en overgangsfase der fordrøyningsanleggene testes mht funksjon og vedlikeholdt, anbefales at kommunen selv drifter disse LOD anleggene, som avlaste det kommunale ledningsnettets. Erfaringene man samler i denne pilotprosjektfasen vil være førende for framtidig eierforhold og driftsansvar.

Eierforhold samt ansvar for drift og vedlikehold er ikke entydig ved en del av de eksisterende overvannsanlegg og må kartlegges snarest. Kartleggingen bør omfatte alle sentrale flomveger, bekkeinntak, overvannsgrøfter og overvannsledninger samt adgang for drift og vedlikehold. Åpne løsninger som f.eks. overvannsgrøfter er ikke alltid utformet slik at disse kan vedlikeholdes maskinelt. Det kan skyldes vanskelig tilgang, men også løsninger som ikke vektlegger drift. Problemet må synliggjøres når det gjelder framtidig planlegging av slike anlegg.

6. SEKTORANSVAR FOR OVERVANN

Vann og avløpsseksjonen har hatt erfaring med overvannshåndtering i mange år og vært pådriver for å implementere overvannsløsninger i planlegging og prosjektering. I kommunens retningslinjer for framtidig håndtering av overvann (2011) ble fastlagt at kjernekompetansen skal organisatorisk tilhøre Vann og avløp. Det er naturlig at også sektoransvar for overvann plasseres hos vann og avløpsseksjonen i Tromsø kommune. Sektoransvar betyr at Vann og avløp har det faglige ansvaret. Siden overvannshåndtering i høyeste grad er en tverrfaglig oppgave, der flere kommunale enheter må bidra, tilfaller vann og avløpsseksjonen en viktig koordinatrorolle.

Vann og avløpsseksjonen vil veilede både internt i administrasjonen og konsulenter, utbyggere og andre berørte når det planlegges og prosjekteres overvannsløsninger. Det er bl.a. viktig at helhetsperspektivet ivaretas.

Som sektoransvarlig vil Vann og avløp sikre at oppgaver knyttet til overvannshåndtering, får nødvendig forankring. Handlingsdel i kapittel 9 viser bredden av oppgavene som må tas tak i.

7. OVERVANNRELATERTE AREALFORMÅL OG HENSYNSSONER

Bruk av arealformål og hensynssoner

Kommunedelplan for overvann fastsetter en strategi, som må forankres i reguleringsplaner bl.a. ved bruk av arealformål og hensynssoner. Listen viser arealformål, hensynssoner og juridiske linjer som kan brukes for å kartfeste overvannsstrategien i plankart (KMD 2019).

<i>Status: mars 2019</i>	Sosikode kplan	Sosikode regplan
Arealformål		
Samferdselsanlegg og teknisk infrastruktur (nr. 2)		
Samferdselsanlegg og teknisk infrastruktur	2001	2001
Trasé for teknisk infrastruktur	2100	2100
Overvannsnett	-	2143
Annen veggrunn – grøntareal	-	2019
Grønnstruktur (nr. 3)		
Blå/grønnstruktur	3002	3002
Overvannstiltak	3100	3100
Infiltrasjon/fordrøyning/avledning	-	3110
Hensynssoner		
Faresone § 11-8 a, § 12-6		
Hensynssone H320 «flomfare»	320	320
Infrastruktursone § 11-8 b, § 12-6		
Hensynssone H 410 «krav vedrørende infrastruktur»	410	410
Hensynssone H 430 «rekkefølgekrav infrastruktur»	430	430
Gjennomføringszone §11-8 e, § 12-6		
Hensynssone H 810 «krav om felles planlegging»	810	810
Formål fastsatt med linjer i KPA jf. Pbl §11-7		
Overvannstrasé	1168	-
Bestemmelser fastsatt med linjer i KPA jf pbl §11-9til §11-11		
Forbudsgrense vassdrag	1113	-

Fig. 33: Arealformål og hensynssoner med sosikoder for tiltak relatert til overvann

Overvannstiltak som arealformål

Dersom overvannshåndtering er hovedformålet i et avgrenset område, kan det være hensiktsmessig å bruke arealformål overvannstiltak (3100). I en reguleringsplan kan også det nye arealformålet infiltrasjon/fordrøyning/avledning (3110). Å vise et overvannstiltak som arealformål og ikke som en

hensynssone, synliggjør viktigheten, og begrenser muligheten for andre typer tiltak som ikke er knyttet til (teknisk) infrastrukturtiltak. Ved behov kan det også knyttes utfyllende bestemmelser til disse arealformålene.

Reguleringsformål «overvannsnett» kan f.eks brukes for åpne eller lukkede overvannsgrøfter.

Reguleringsformålet «annen veggrunn – grøntareal» kan velges når man vil transportere overvann i en grøft langs veg, samt å sette noen utformings- og funksjonskrav til denne grøfta. Dersom det planlagte overvannstiltaket er et mer teknisk anlegg, kan det generelle og mest overordnede formålet «samferdselsanlegg og teknisk infrastruktur» eller «trasé for teknisk infrastruktur» benyttes.

Avskjærende, åpne overvannsgrøfter oppstrøms bebyggelsen kan være et eksempel for en «trasé for teknisk infastruktur», men den kan også reguleres til «overvannstiltak» eller «infiltrasjon/fordrøyning/avledning». Også bekkelukkinger med tilhørende nedgravd ledning, der bekken er lagt i, kan sikres som kommunalteknisk trasé!

Er overvannstiltak av mindre teknisk art, som f.eks. åpne infiltrasjons- og fordrøyningstiltak eller blågrønne korridorer, kan et underformål til grønstruktur brukes. Ved bruk av et «grønt» arealformål utelukkes det teoretisk muligheten for andre byggetiltak. Erfaringen viser dessverre at grønne arealformål ofte blir ansett som «reserveareal» for framtidig utbygging, og blir omregulert til byggeformål ved neste anledning.

Flomveger

Flomveger i overordnede planer som kommuneplan, kommunedelplaner eller områdereguleringer bør fortrinnsvis markeres som hensynssone for flomfare H 320. Foreløpig tolkes faregraden for overvann i Tromsø ikke som fare for liv og helse, men mer som en fare for skader med økonomiske konsekvenser. Siden en flomveg i mindre grad oppfattes som et infrastrukturtiltak, anbefales det ikke å bruke hensynssone for infrastruktur. Å varsle en potensiell flomfare grunnet avrennende vann, som kan samle seg i lavpunkter, virker å være mer formålsnyttig. Hensynssonen vil legge seg som en skravur over et arealformål som f.eks. veg, park eller grønstruktur.

I en detaljregulering må bredden av flomvegen vurderes mer spesifikt basert på utredningen man har gjort, om den f.eks. tar med både veg og grøfteareal eller om flomvegen kun ligger i grøfta. Det må vurderes om kjørebane er tilstrekkelig som flomveg eller om gangfeltet inngår. Brukes en bekk som flomveg, må det arealet som vil bli oversvømt avsettes til hensynssone for å varsle fare for flom. I detaljreguleringen kan også bestemmelser regulere en flomveg, selv om det kan være opphav til feiltolkning, hvor overvann nøyaktig skal renne. Flomveger kan også tegnes i uteromsplanen, der man står friere mht tegneregler og symbolbruk. Samtidig har man mulighet å samordne fall og hindringer for avrennende vann med andre hensyn som universell utforming eller kommunalteknisk norm. Allikevel burde ikke alle viktige detaljer og løsninger for overvann overlates til en uteromsplan. De viktigste kravene må forankres i bestemmelser og plankart.

Linjetema «forbudsgrense vassdrag» markerer et byggeforbud nærmere elva, men erfaringen viser at denne linjen oversees i planprosesser.

Kommuneplanen kan bruke linjetema «overvannstrasé» for å fastlegge retningen der overvann skal renne. I slike tilfeller sikres dog ikke nødvendig areal for en flomveg. Et linjetema kan også brukes for å indikere at her ligger det overvannsinfrastruktur under bakken, der det f.eks. knyttes avstandskrav til mht faste installasjoner.

Vurdering av overvannsløsninger på tvers av andre fag, arealformål og ulike eiendomsforhold

Hensynssone H 810 setter fram krav om «felles planlegging». I en tilhørende bestemmelse kan det f.eks. kreves at overvannsløsninger må vurderes i samspill med andre fag (landskapsplan, mm) eller at overvannstiltakene i det markerte området må sees under ett. Hensynssonen anbefales å bruke når et sammenhengende område deles opp og vil bli regulert i flere planer.

8. BESTEMMELSER OG PLANKART

Kommunedelplan for overvann fastsetter bestemmelser for håndtering av overvann. Disse innarbeides i kommuneplanens bestemmelser ved neste revisjon for å bli juridisk bindende. Ved utarbeidelse av rammeplaner for vann, avløp og overvann (VAO) og VAO-notat samt uteromsplaner vil kommunedelplanens bestemmelser og plankart være førende.

Virkning av kommunedelplanens bestemmelser og plankart i plansaker

Selv om en tematisk kommunedelplan har veiledende karakter, er det kommunen som godkjenner overvannsløsninger i en VAO-rammeplan og tilhørende tekniske detaljplaner. En VAO-rammeplanen er et påkrevd dokument for å kunne fremme en reguleringsplan til politisk behandling jf kommuneplanbestemmelser pkt. 11. En VAO-rammeplan fastsetter hvilken overvannsløsning skal etableres. Den foreslåtte overvannsstrategien baserer seg i stor grad på erfaringene kommunen har fra planprosesser i de siste 10 årene. De fleste overvannstiltak er derfor på en eller annen måte allerede i bruk. Dette fordi kommunen som er eier av det kommunale ledningsnett, fastlegger påslippmengden i hver enkel bygge- og plansak. Men kommunen har også ansvar for å stille krav til forsvarlig overvannshåndtering for den mengden overvann, som ikke kan slippes til det kommunale ledningsnett. Alternative overvannsløsningene måtte tas i bruk, noe som godkjennes av kommunen i VAO-rammeplanen hhv tekniske detaljplaner.

8.1. BESTEMMELSER

1. FORMÅLSBESTEMMELSE

- 1.1 Overvannsstrategien skal møte klimaendringer som økt nedbør, mer ustabile vintre og et stigende havnivå på en slik måte at skade og ulemper på mennesker, bygninger, eiendom og infrastruktur minimeres. Strategien skal sikre god økologisk og kjemisk tilstand i vannforekomster og resipient. Overvann skal brukes som ressurs i bylandskapet for å skape et bedre bomiljø ved økt trivsel og biologisk mangfold.

2. FELLES BESTEMMELSER

- 2.1. For reguleringsplaner skal det utarbeides en rammeplan for vannforsynings-, avløps- og overvannsanlegg i hht. vedlegg 9 til planveilederen og VA-normen.

Retningslinje:

Rammeplan for vannforsynings-, avløps- og overvannsanlegg skal samordnes både med rammeplan for offentlig samferdselsanlegg og grønnstruktur, og uteromsplan som tilhører reguleringsplanen.

Rammeplan for vannforsyning-, avløps- og overvannsanlegg må omfatte et hensiktsmessig stort areal, der avrenningsforhold og VAO-infrastrukturen kan sees i sammenheng utover plangrensen.

- 2.2. Ved søknad om tiltak skal det utarbeides et VAO-notat.
- 2.3. VAO-rammeplan og VAO-notat fastsetter mengden for påslipp av overvann til det kommunale nettet basert på en helhetsvurdering. Overvann som ikke tillates påslipp til nettet, skal infiltreres og fordrøyes på egen tomt.
- 2.4. Unntaksbestemmelse:
I bestemmelsesområde for utbygging i etablerte boligområder angitt i temakart «fortetting»

(15.02.2017) jf, kommuneplanbestemmelser 2017-2026, skal overvannsmengden fra den planlagte utbyggingen ikke overskride avrenning fra tomt generert av en nedbørshendelse inntil 10 års gjentaksintervall inklusive klimafaktor.

Retningslinje til unntaksbestemmelsen:

Ved endring av avrenningsforholdene i en byggesak skal overvann generert av de nye tette flatene, i utgangspunkt infiltreres og fordrøyes på egen tomt inntil et gjentaksintervall på 10 år inkl. klimafaktor.

- 2.5 Die valgte overvannsløsninger fra rammeplanen skal innarbeides i plankart, bestemmelser og uteromsplan.
- 2.6 Tiltak som avledes av strategien i kommunedelplan for overvann, er ikke avklart ihht Lov om kulturminner og må avklares i reguleringsplanprosess ihht. kml §9.

3. TEMATISKE BESTEMMELSER

Prinsipper for håndtering av overvann: infiltrasjon og fordrøyning

- 3.1. Overvannsløsninger skal være overflatebaserte og ha tilknytning til en flomveg.
- 3.2. I laveste sone skal overvann håndteres i åpne, overflatebaserte løsninger.
- 3.3. Overvann skal i størst mulig grad renses ved hjelp av naturlige, åpne infiltrasjons- og fordrøyningsløsninger før påslipp til resipient. Herunder også avrennende overvann fra veg og parkeringsareal.
- 3.4. Areal som er regulert til infiltrasjon, skal ikke brukes som lagringsplass, kjøreareal, e.l. for at massene ikke komprimeres og dets naturlige infiltrasjonsevne opprettholdes

Krav til uteromsplanlegging

- 3.5. Blågrønnhvit faktor skal beregnes i uteromsplan til reguleringsplan og søknad om tiltak, jf. veileder BGF for Tromsø 2019.
- 3.6. Kravet gjelder kun innenfor byområdet.

Følgende faktor skal oppnås:

<u>Blågrønnhvit faktor</u>	
Kommunedelplan for Tromsø sentrum 2020-2032, plan 225:	
Bebyggelse jf pbl §11-7 pkt 1 unntatt småbåtanlegg o.l.:	0,3
Kommuneplanens areal 2017-2026 - innenfor bygrensen:	
Fortetting i småhusbebyggelse jf. kommuneplanbestemmelser pkt 8:	0,6
Boligbebyggelse unntatt kommunedelplan sentrum og fortettingsområdene:	0,8
Offentlig vegareal med trafikkbelastning > 5000 ÅDT.....	0,15
Parkeringsareal	0,3
Næringsbebyggelse jf pbl §11-7 pkt 1:	0,3

Bekker og avskjærende grøfter

- 3.7. Bruk av bekker med hensyn til overvannshåndtering skal avklares i reguleringsprosessen jf vannressurslovens samordningsparagraf § 20.
- 3.8. Bekkelukkinger skal ikke tillates.
- 3.9. Lukkede bekker skal søkes gjenåpnet så langt som praktisk og hensiktsmessig mulig.
- 3.10. Ved planer om tiltak nær vassdrag skal flomsone kartlegges og forbudsgrense langs vassdrag settes i tråd med kartleggingen.
- 3.11. Innen forbudsgrense langs vassdrag satt i plankart, skal tiltak etter plan- og bygningsloven ikke tillates.
- 3.12. For bekker uten påtegnet forbudsgrense skal tiltak etter plan- og bygningsloven inntil 20 m fra midtlinje bekk ikke tillates.

Retningslinje:

Tiltak i vassdrag som kan medføre nevneverdige ulemper for allmenne interesser, som f.eks. flomfare, er konsesjonspliktig etter vannressursloven, men kan avklares i reguleringsprosessen jf. vannressurslovens samordningsparagraf §20.

Byggeforbud på hhv. 100 m, 50 m og 20 m langs vassdrag er satt for å ivareta mulig flom- og skredfare. Samtidig skal naturmiljøet langs vassdraget beholdes som «blågrønn» korridor mht. ferdsel, rekreasjon og biologisk mangfold.

NVEs sjekkliste <http://webfileservice.nve.no/API/PublishedFiles/Download/201403352/2213145> for kartlegging av forhold rundt bekker bør brukes ved regulering.

- 3.13. Avskjærende overvannsgrøfter innenfor bygrensen er en del av det offentlige overvannssystemet.
- 3.14. Overvannsgrøfter skal ligge innenfor plangrensen.
- 3.15. Overvannsgrøfter skal anlegges med atkomst for maskinelt vedlikeholdt.

4. BESTEMMELSER TIL HENSYNSSONER

Bestemmelser til hensynssone H 320 «Flomveger»

- 4.1 Innenfor område angitt som hensynssone skal det etableres primære hovedflomveger for å avlede urbane flomhendelser. Flomvegene skal være åpne, overflatebaserte traséer fram til sjøen. Det skal ikke bygges hindringer i flomveger. Flomveger anlegges for en 200 års flom

Retningslinje:

Flomveger dimensjoneres for et 200-års nedbørshendelse og anlegges for å oppnå sikkerhet mot oversvømmelser. Overvann skal følge disse traséene til resipient. Sekundære mindre flomveger som ikke fremgår av plankartet, må modelleres ved hjelp av avrenningslinjer. Disse skal som hovedregel ledes til de primære hovedflomvegene. Dersom en flomveg ønskes endret, skal konsekvenser for bebyggelse og infrastruktur i tilhørende nedslagsfelt belyses. Siden flomveger skal fungere i situasjoner med ekstremvær, skal disse være åpne og uten inntak e.l. frem til resipient. I områder uten definerte flomveger må disse kartlegges og hensyntas.

Bestemmelser til hensynssone H320 «Laveste sone I - stormflo»

Retningslinje:

Området ligger mellom kote 0 og 2,60. Det er det arealet som er prognostisert oversvømt ved stormflo senest mot slutten av dette århundret.

I denne sonen er det fare for tilbakeslag i ledningsnett. Infrastrukturtiltak må påregnes.

- 4.2 Overvann generert i laveste sone, skal ledes til resipient i åpne, overflatebaserte løsninger, der rensing av overvann vektlegges.
- 4.3 Overvannsledninger fra området oppstrøms skal om nødvendig trykkes før utslipp til resipient.
- 4.4 Utslipp av overvann generert i laveste sone, skal ikke påvirke vannkvalitet i fjæresonen.

Bestemmelser til infrastrukturene H410 «Laveste sone II - Influensområde stormflo»

Retningslinje:

Området ligger mellom kote 2,60 og 7 m.

I denne sonen er det fare for tilbakeslag i ledningsnett. Infrastrukturtiltak må påregnes.

- 4.5 Overvann generert i laveste sone, skal ledes til resipient i åpne, overflatebaserte løsninger, der rensing av overvann vektlegges.
- 4.6 Overvannsledninger fra området oppstrøms skal om nødvendig trykkes før utslipp til resipient.
- 4.7 Utslipp av overvann generert i laveste sone, skal ikke påvirke vannkvalitet i fjæresonen.

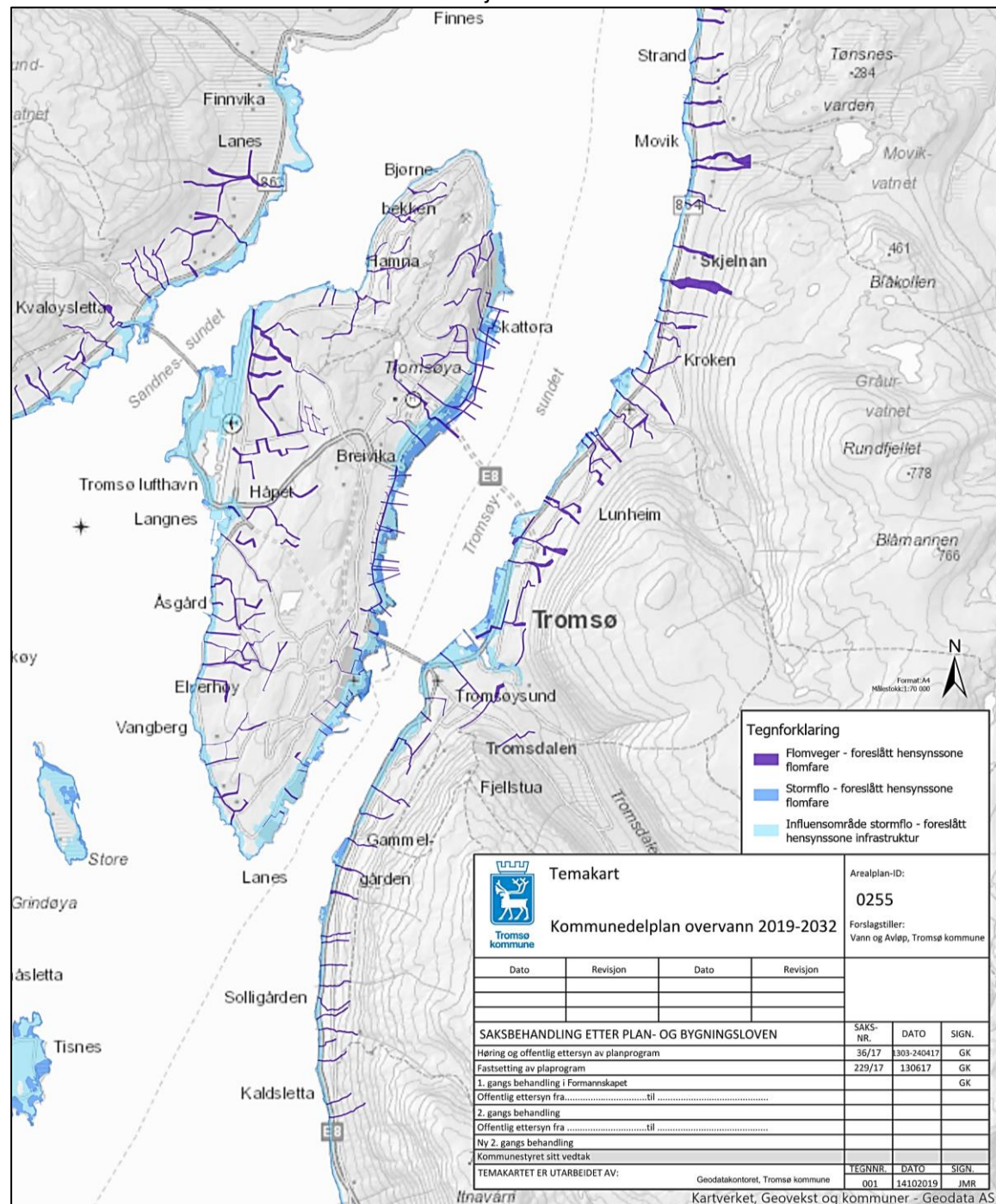
8.2. PLANKART

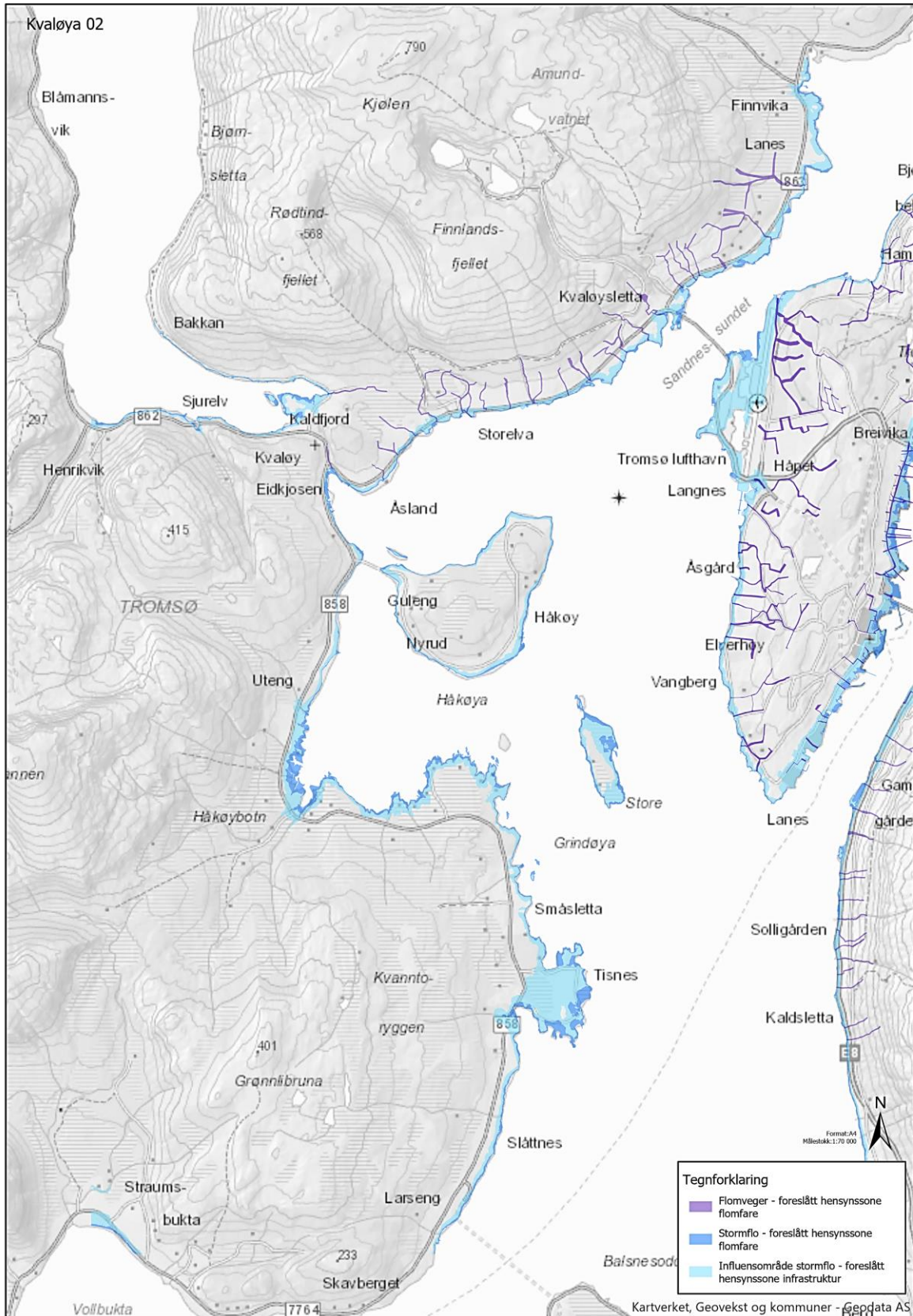
Ved revisjon av kommuneplanens arealdel overføres følgende hensynssoner til plankartet:

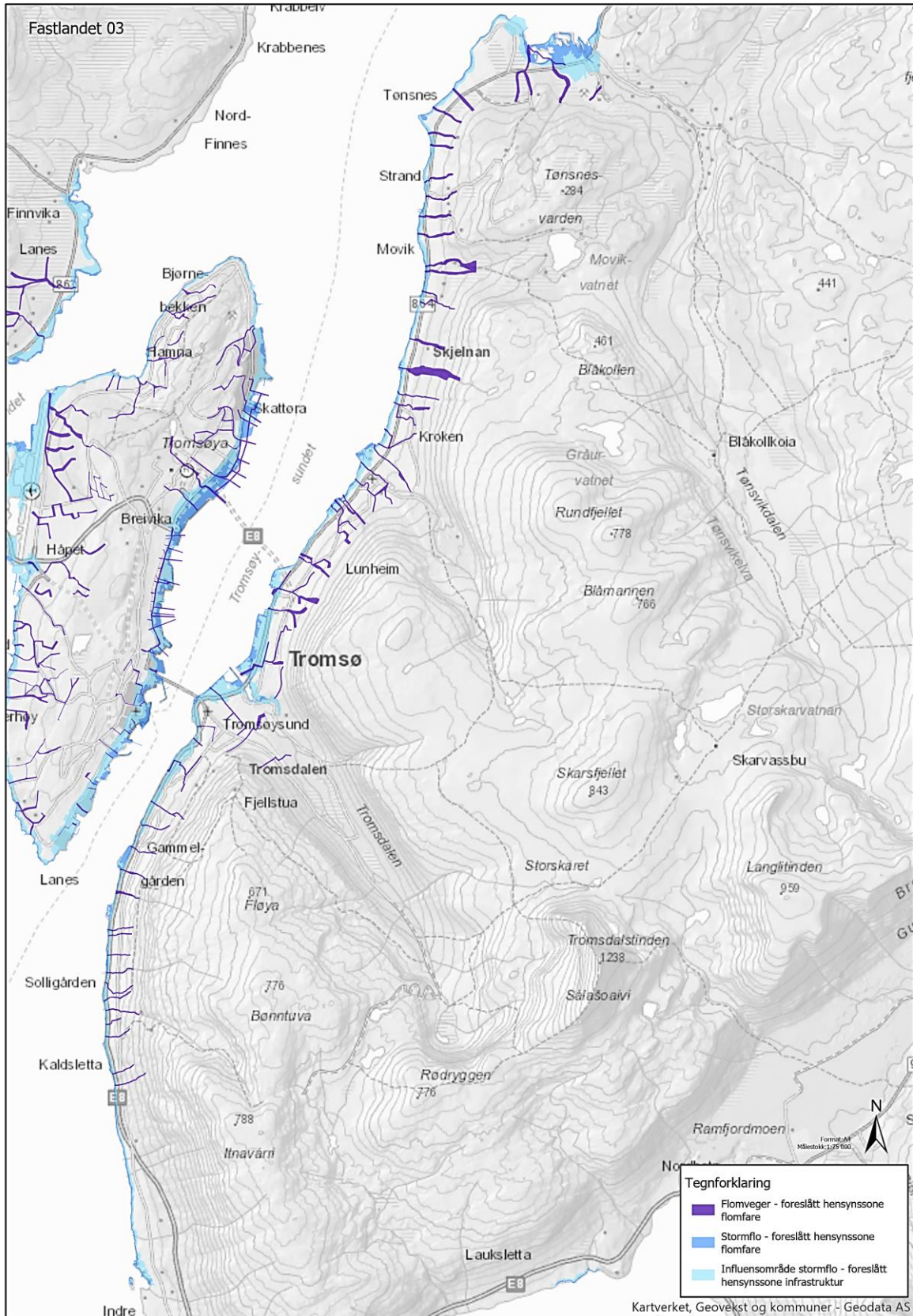
- Hensynssone H 320 «Flomveger»
- Hensynssone H 320 «Laveste sone I - stormflo»
- Hensynssone H 410 «Laveste sone II - influensområde stormflo»

Hensynssonene kan sees i kartappen: <https://arcg.is/05DC4H> eller på kommunens hjemmeside.

Kartutsnitt nedenfor er kun ment som illustrasjon.







9. HANDLINGSDEL

En tematisk kommunedelplan skal ha en handlingsdel som angir hvordan planen skal følges opp de påfølgende årene (PBL §11-2). Handlingsdelen gir grunnlag for kommunens prioritering av ressurser, planleggings- og samarbeidsoppgaver og konkretiserer tiltakene innenfor kommunens økonomiske rammer (PBL §11-3). Følgende opplisting er sortert etter ulike type oppgaver og delt inn i to grupper, der den første oppgavegruppen (blå markert) er prioritert. De fleste overvannstiltakene finansieres av det kommunale avløpsgebyret både over drifts- og investeringsbudsjettet.

Utredninger

- Handlingsplan for sanering av det kommunale ledningsnett med fokus på separering samt utredning av alternative løsninger. Forslag til prioriteringsliste for omlegging av avløpsnett til separert system. Følges opp bl.a. i kommunedelplan for vann og avløp.
- Tilpasning av eksisterende skjema for VA søknad som også må omfatte overvann. Utvikling av en veileder for behandling av overvann i byggesaker. Generell gjennomgang av byggesaksrutiner mht implementering av tema overvann. Oppsett av en forenklet VAO-rammeplan eller VAO-notat.
- Forslag til en metode som automatiserer og forenkler beregning av fordrøyningsmengden fra åpne fordrøyningsløsninger (LOD tiltak) i byggesaker, hhv plansaker.
- Videreføring av regelmessige resipientundersøkelser.
- Utredning: eksempler for utforming og design av flomveger i ulike type områder. Resultatet må kunne innarbeides i den kommunaltekniske normen. Anslag kostnader. Rapporten må kunne fungere som eksempelsamling for utforming av flomveger i reguleringsplaner. Den må også kunne brukes for å gi innspill til hovedplan for veg.
- Kartlegging av grøftetilstand i byområdet bør sees i sammenheng med oppfølging av flomveger.
- Utredning: rutiner for deponering av forurensede masser. Samt tilgang til egnet deponisted.
- Kartlegging eierforhold overvannstiltak: avskjærende grøftesystem, andre overvannsgrøfter, flomveger, bekkeinntak, overvannsledninger, mm. Kartleggingen må omfatte status, standard, beliggenhet, atkomstforhold mht. ansvar for drift og vedlikehold av kommunale overvannstiltak, behov for regulering eller tinglysning.
- Jf retningslinjen for framtidig håndtering av overvann (2011) – utdypning ang. eierskap og arealsikring av bekker som håndterer overvann. Med fokus på de etablerte områdene.
- Kartlegging: muligheter for bekkeåpninger; blågrønne tiltak/korridorer.
- Utredning: løsning for rensing av overvann fra tunneler - i samarbeid med Statens vegvesen.
- Utredning: mulighet for frakobling av takvann/drensvann fra eksisterende bebyggelse.
- Kartlegging: oppfølgende undersøkelser av miljøgifter i overvann, f.eks. i sluk og sandfang i sentrumsområde. Tidligere gjennomført for sentrum i 2014.
- Ny vurdering og beregning av nedbørsdata fra kommunens fire målestasjoner om 5 år. I 2024 har man måledata over 10 år for å justere IVF kurven. Med fokus på korttidsnedbør.

Kart/GIS/modellering

- Modellering av overvannsmengden i ledningsnett samt mengde overvann i flomveger i byområdet for å kunne anslå maksimal påslippmengde til eksisterende system nedstrøms. Målet er å komme frem til restkapasitet i det kommunale ledningsnett for å kunne anslå potensiell påslippmengde for framtidige utbyggingsområder.
- Flomsonekartlegging langs bekker og vassdrag: hvilke arealer langs vassdrag kan bli berørt av flom og hva som kan være potensielle flomveger. Modellering og kapasitetsvurdering må gjøres for dagens samt en framtidig situasjon med større utbyggingsgrad i nedbørsfeltet.

- Utarbeidelse av temakart for overvann for bruk i byggesaksbehandling og reguleringsplanprosesser.
- Kartlegging av snødeponier og areal for brøyting mht. rensing av forurenset smeltevann og funksjon av flomveger i en vintersituasjon.

Implementering av KDP overvann i den kommunale administrasjonen og hos eksterne aktører

- Implementering av KDP overvann i kommuneplanens arealdel ved neste revisjon.
- Innføring av forenklet rammeplan for vann, avløp og overvann (VAO) i byggesøknader.
- Ivareta rollen som sektoransvarlig for overvann, herunder:
 - intern opplæring og kursing,
 - samhandling og forankring av alle overvannstiltak vil være en viktig oppgave for VA-seksjonen. Dette tas fortløpende i de pågående planprosesser knyttet til VAO-rammeplan og på mer overordnet nivå når det gjelder kursing, fagmøter, mm.,
 - oppdatering av alle kommunale rutiner, planprosesser og dokumenter som omhandler overvann.
- Samordning av VAO-rammeplan og OSG-rammeplan til en felles VAO&OSG-rammeplan, som må ivaretas i uteromsplan.
- Etablere metodikken blågrønnhvit faktor (BGHF) i plan og byggesaker. Utprøving av BGH-faktor i utomhusplanlegging før fastsetting i kommuneplanens arealdel.
- Tiltak for kommunikasjon, informasjon og veiledning ovenfor eksterne aktører.

Kompetanseheving

- Bygg opp intern kompetanse for urbanhydrologiske modeller.
- Kvalitetssikring av hensynssoner for flomveger.
- Kursing i anvendelse av blågrønnhvit-faktor metodikken (BGHF).
- Lage veiledningsmateriell for overvannshåndtering. Faktaark. Kursing.
- Studietur for kunnskaps- og erfaringsutveksling om LOD-tiltak i andre land med kaldt klima.

Byggetiltak

- Iverksette overvannstiltak i kommunale prosjekter. Utprøving av LOD.
- Monitoring av testregnbred samt erfaringsoverføring til nye testregnbred.
- Vurdere behov for frostisolering (glasopor) for avskjærende grøfter anlagt uten frostisolering.
- Etablere/bygge flomveger i kommunale prosjekter samt følge opp anlegg av flomveger ved private tiltak.
- Ser på mulighet for tilsyn når flomveger og LOD-tiltak anlegges.
- Oppgradering av kulverter/stikkrenner som er underdimensjonerte. Som driftstiltak eller i plansaker.

Drift

- Etablere tømmerutiner for sluker. Startpunkt sentrum/østsiden av øya. Ser på mulighet for kostnadsdeling. Utskiftning av eksisterende ikke-funksjonelle sluker.
- Etablere feierutiner mht vegdrift.
- Rutiner for deponering av forurensete masser fra sluk og gateoppsop på deponier som er godkjent for den typen masser.
- Vedlikeholdsbehov av naturlige bekker. Eierskap og drift. Tilgroing og forsøpling.
- Rutiner som avdekker feil plassering av snødeponier mht funksjon av flomveger.

10. LITTERATUR

- Aanderaa, T. og V.Bothner (2018): Før flommen – bærekraftig overvannshåndtering for økt klimaresiliens i norske byer og tettsteder. – Masteroppgave.
- AkvaplanNiva (2014): Miljøgifter i overvann. Tromsø sentrum – oppfølgende undersøkelser 2014. Akvaplan-niva rapport: 7152-01.
- Braskerud, B.C. (2014): Grønne tak og styrtregn. – NVE rapport nr 65/2014.
- Davidson, J.D. et al (2008): Recommendations to optimize hydrologic bioretention performance for cold climates. – WERF Project 04-DEC-13SG.
- Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) (2016): Havnivåstigning og stormflo – samfunnssikkerhet i kommunal planlegging.
- Cowi/Snøhetta/AquaGIS (2007): Ensjø – plan for overvann. – Oppdragsnr. 122479.
- Dronning landskap/COWI/CF Møller (2014): Blågrønn faktor (BGF). – Samarbeidsprosjekt mellom Bærum og Oslo kommune som del av programmet Framtidens byer.
- Kommunal- og moderniseringsdepartementet (KMD) (2019): Veiledning til forskrift om kart, stedfestet informasjon, arealformål og digitalt planregister. – Veileder.
- Lindholm, O. et al. (2008): Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering. – Norsk vann rapport 162/2008.
- Miljødirektoratet (2019): Naturvennlig tilrettelegging for friluftsliv. Veileder M-1326.
- Multiconsult/LoleLandskap (2017): VAO-rammeplan - Einerhagen. – 713257-RIVA-RAP-001.
- Norconsult (2017): Veileder for infiltrasjon av overvann. – Oppdragsnr. 5165553.
- Norconsult (2017): Løsningsmodeller for VAO-anlegg i laveste sone. – Oppdragsnr. 5174643.
- Norconsult (2018): Framtidig overvannshåndtering Tromsø. Sluttrapport. Oppdragsnr. 5172490.
- Norconsult (2019): Blågrønn faktor – Tromsø. – Oppdragsnr. 5172490
- Norsk klimaservicesenter (2017): Klimaprofil Troms.
- Norsk vann (2014): Åpne flomveger i bebygde områder. – Norsk vann rapport 204/2014.
- Norsk vann (2014): Håndtering av overvann fra urbane veger. – Norsk vann rapport 200/2014.
- Norsk vann (2016): Eksempler på implementering av bærekraft i vannbransjen. – Norsk vann rapport 219/2016.
- Norges offentlige utredninger (2015): Overvann i byer og tettsteder. – NOU 2015:16.
- Oslo kommune (2010): Grøntplan for Oslo. Kommunedelplan for den blågrønne strukturen. – 200711655.
- Oslo kommune (2013): Strategi for overvannshåndtering i Oslo 2013-2030.
- Oslo kommune (2018): Brukerveiledning for blågrønn faktor i boligprosjekter i Oslo. – Plan- og bygningsetaten.
- Saksæther, V. og K.S. Kihlgren (2012): Regnbed som tiltak for overvannshåndtering i småhusbebyggelse. Masteroppgave. UMB.
- Samfunnsøkonomisk analyse (2018): Styrket overvannshåndtering i plan- og bygningsloven. – Rapport 29-2018.
- Simonsen et al. (1999): Etterbruk Fornebu. Hovedplan infrastruktur overvann.
- Stange, R. (2015): Impulsforelesning «Vannet er logikken i landskapet». Institutt for landskapsplanlegging, NMBU.
- Statsbygg (2004): Åpne overvannsløsninger – erfaringer og anbefalinger. – Sluttrapport, FoU-prosjekt.
- Tromsø kommune (2011): Retningslinjer for framtidig håndtering av overvann i Tromsø kommune. – Bydrift, eiendom, vann og avløp Tromsø kommune.
- Tromsø kommune (2015): Kommuneplanens samfunnsdel 2015-2026.
- Tromsø kommune (2016): Innspill til prognosenotatet om framtidig befolkningsutvikling og boligbyggestrategi. – Vann og avløp, Lejon.
- Tromsø kommune (2016): Bekkeinntak Kvaløya og fastlandet. – Bydrift.
- Tromsø kommune (2017): Kommuneplan 2017-2026.
- Tromsø kommune (2018): Landskapsanalyse for Tromsø byområde. – Vann og avløp, Bowler/Kern.
- Tromsø kommune (2018): Fortettingsanalyse for småhusbebyggelsen i Tromsø. – Vann og avløp, Bowler/Kern.
- Tromsø kommune (2018): Modellering av avrenningslinjer i byområdet med SagaGIS/ArcGIS. – Vann og avløp, Mattheussen/Tassew.
- Tromsø kommune (2020): Kommunedelplan for vann og avløp (under arbeid). – Vann og avløp.
- Young, K., Elveland, S. og Trømborg, H. (2014): Regnbed som tiltak for lokal overvannshåndtering i kaldt klima. – Hovedoppgaven.

11. VEDLEGG

Vedlegg 1: Temakart (14.10.2019) <https://arcg.is/05DC4H>
(Vedlegg 1 finnes kun som digital lenke.)

Vedlegg 2: Blågrønnfaktor – rapport (20.03.2019)

Vedlegg 3: Blågrønnfaktor – regneark (20.03.2019)

Vedlegg 4: Veileder for infiltrasjon (21.04.2017)

Vedlegg 5: Notat – åpning av bekkelukninger (20.03.2017)

