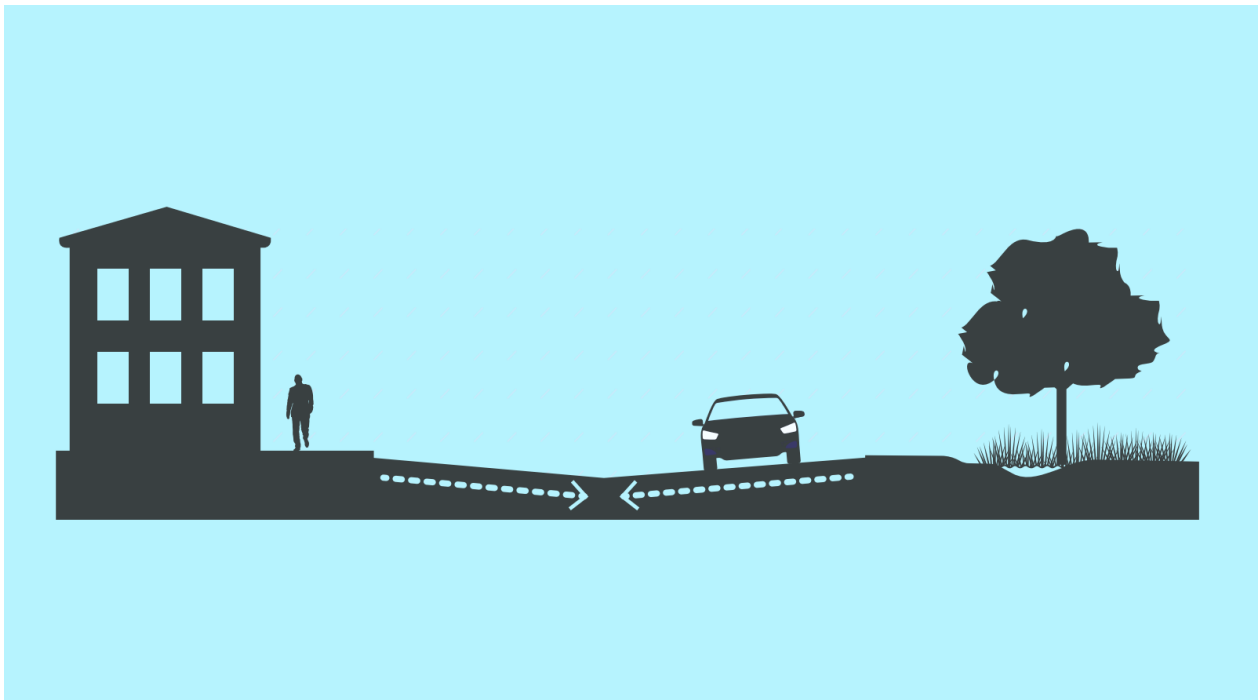


Beregnet til
Oslo kommune

Dokumenttype
Rapport

Dato
Oktober, 2023

Designveileder – Utforming og dimensjonering av trygge flomveier i vei og gate



Designveileder – Utforming og dimensjonering av trygge flomveier i vei og gate

Kunnskapsgrunnlag

Oppdragsnavn **Designveileder for utforming og dimensjonering av trygge flomveier i veier og gater**
Prosjekt nr. **1350053078**
Mottaker **Oslo kommune**
Dokumenttype **Rapport**
Versjon **A**
Dato **10.10.2023**
Utført av **Sigmund Wiig Petersen, Ida Karoline Andersen, Jakob Myking**
Kontrollert av **Jakob Myking**
Godkjent av **Jakob Myking**
Beskrivelse **Fagrapport som kunnskapsgrunnlag til «Designveileder – flomveier i veier og gater».**

Rambøll
Harbitzalléen 5
Postboks 427 Skøyen
0213 Oslo

T +47 22 51 80 00
<https://no.ramboll.com>

Rev.	Dato	Utført av	Kontrollert av	Godkjent av	Beskrivelse
A	10.10.2022	SIPE, IKAA, JMY	JMY	JMY	Første utgave

Sammendrag

Fra 1900-tallet og frem til i dag har gjennomsnittlig årlig nedbør i Norge økt med 18 %, og fremtiden forventes også mer kortvarige, intense og lokale regnskyll. Dette vil sammen med fortetting av byområder som fører til mindre infiltrasjon og raskere avrenning, og utilstrekkelig kapasitet i overvanns- og avløpsnett, bidra til økte skadekostnader på grunn av urban flom. Disse faktorene gjør det nødvendig å legge til rette for avrenning av større mengder vann på overflaten, inkludert i gater og veier.

Prosjektet har som mål å gjøre kommunene bedre rustet til å møte klimaendringene gjennom kunnskap om og verktøy for utforming og dimensjonering av gater og veier som også skal fungere som flomveier. Denne fagrapporten tar sikte på å beskrive behovet og danne et grunnlag for å underbygge og begrunne valgene som er tatt i designveilederen.

Arbeidet med kunnskapsinnhenting er utført som en kombinasjon av dokumentstudier, intervjuer med ulike aktører, og en innsamling av Rambøll og Henning Larsens egne erfaringer i Norge og i utlandet. Arbeidet har vist at det er begrenset med erfaringer å vise til når det kommer til opparbeidelse av flomveier i vei og gate, spesielt fra Norge. Danmark har kommet lengre i sitt arbeid med klimatilpasning og planlegging av skybruddsveier.

I Norge er hovedfokuset i dag rettet mot en risikoakseptert tilnærming til urban flom. Med dette menes å se vanndybder og vannhastigheter i sammenheng med et areals funksjon, og NVE gir generelle anbefalinger på verdier. Risikoakseptnivå bør forankres i overordnet plan og vedtas av kommunestyret.

For etablering av flomveier i veier er det primært tre hovedtiltak som vurderes, oppgitt fra mest til minst kapasitet: omvendt takfall (V-profil), takfall og ensidig fall. Selv om omvendt takfall har størst kapasitet har det i mange tilfeller vist seg å være uhensiktsmessig blant annet på grunn av tilpasning til eksisterende terreng/veier og konflikt med infrastruktur. En videreføring av eksisterende forhold er derfor å foretrekke dersom det er mulig.

Erosjon av veier har en tett sammenheng med vann og dets evne til å svekke veiens bæreevne ved å trenge inn i vannømfintlige materialer. En sentral problemstilling er utvasking av finstoffet som blant annet er i mekanisk stabilisert bærelag og i vegskuldre. For å imøtekomme denne problemstillingen foreslås det løsninger som reduserer finstoffandelen i vegens oppbygging og som i den grad det går, forebygger vanngjennomstrømning. En fordel med de forslåtte løsningene er at de også benytter tradisjonelle materialer.

Forord

Denne veilederen har som mål å gjøre kommunene bedre rustet til å møte klimaendringene gjennom kunnskap om, og tiltak for, utforming og dimensjonering av gater og veier som også skal fungere som trygge flomveier.

Oslo kommune har sammen med Statens vegvesen, NVE og kommunene Bærum, Trondheim, Porsgrunn, Stavanger, Lørenskog, Lillestrøm, Bergen, Asker, Drammen, Fredrikstad, Tromsø og Hå, fått tilskudd fra Miljødirektoratet våren 2022 til et samarbeidsprosjekt om designveileder for utforming og dimensjonering av trygge flomveier i vei og gate.

Rambøll og Henning Larsen har utarbeidet denne designveilederen på oppdrag fra Oslo kommune ved Bymiljøetaten og Plan- og bygningsetaten.

Arbeidet med designveilederen er utført i to faser. Først en kunnskapsinnhentingsfase med en kombinasjon av dokumentstudier, intervjuer med ulike aktører, og innsamling av Rambøll og Henning Larsens egne erfaringer fra Norge og utlandet. Etterfulgt av en fase hvor veilederen er utformet med grunnlag fra første fase.

Det er gjennomført intervjuer med NVE, Porsgrunn kommune, Aarhus kommune, København kommune og NMBU.

Det er gjennomført to workshoper med over 30 deltakere fra samarbeidskommunene, Statens vegvesen, NVE og Norsk Veiforum.

Behovet og resultatet av arbeidet vil kunne være til nytte for alle norske kommuner med områder av urban karakter som har behov for å tilpasse seg et endret klima med mer ekstreme nedbørshendelser.

I tillegg til denne fagrapporten er det utarbeidet selve Designveilederen.

Rambølls prosjektgruppe:

- Jakob Myking
- Sigmund Wiig Petersen
- Ida Karoline Andresen
- Bjørnar Nordeidet
- Thomas Kruse
- Elin Meinich Riise
- Magne Fjeld
- Venche Rørtveit
- Jens Fredrik Hvidsten
- Kristin Killi Fiskum

Oslo kommunes prosjektgruppe:

- Stina Karlstrøm (BYM, prosjektleder)
- Marie Langsholt Holmqvist (BYM)
- Yvona Holbein (PBE)
- Inga Potter (PBE)
- Julia Kvitsjøen (VAV)
- Bent Braskerud (VAV)

Oktober, 2023

Jakob Myking
Prosjektleder

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	1
Forord	2
1. Begrepsforklaring	3
2. Innledning	5
2.1 Bakgrunn	5
2.2 Mål	5
2.3 Målgruppe	5
2.4 Avgrensning	6
2.5 Metodisk fremgangsmåte	6
2.6 Rammebetingelser og forhold til andre prosjekter	6
3. Rammer	7
3.1 Lovverk	7
3.2 Risikoakseptnivå	8
3.2.1 Norge	9
3.2.2 Danmark	10
3.2.3 Sverige	11
3.3 Overordnede planer	12
3.3.1 Politisk forankring	12
3.3.2 Formelle og uformelle planer	12
4. Innledende undersøkelser	13
4.1 Beregningsmetode og dimensjoneringsgrunnlag	14
4.2 Gatens arealinndeling	16
4.3 Trafikale forhold	17
4.4 Prioritering av funksjoner og utforming	18
5. Fysisk tilrettelegging	22
5.1 Vannmengde	22
5.1.1 Tverrprofiler	22
5.1.2 Eksempler på etablerte flomveier	23
5.1.3 Kantstein	25
5.1.4 Etablering av flomveier og hensyn til brukere av gaten	28
5.2 Vannets retning	29
5.2.1 Kryss	32
5.2.2 Rundkjøringer	35
5.3 Vannets hastighet	40
5.3.1 Erosjon og teknisk oppbygging	40
5.3.2 Energidrepere	46
5.4 Sammenheng med trinn 1- og trinn 2-tiltak	48
5.5 Krysning av og konflikt med infrastruktur	53
5.5.1 Kabler og ledninger	53
5.5.2 Trær	54

6.	Erfaringer fra Danmark	55
6.1	Trafikksikkerhet og fremkommelighet	55
6.2	Overkjørsler og tilpasning til eksisterende veier	55
6.3	Retningsendringer – vertikalt og horisontalt	55
6.4	Veiprofiler	56
6.5	Utførelse	56
7.	Referanser	Error! Bookmark not defined.

Vedlegg

Vedlegg 1

Møtereferater fra intervjuer

1. Begrepsforklaring

Begrep	Forklaring	Kilde
DV-tall	Produktet mellom vanndybde (D) og vannhastighet (V), og er et uttrykk for risiko knyttet til faren for overvann.	Tilpasset etter [1]
Hydraulisk modell(ering)	En matematisk modell som beskriver hydrauliske forhold og strømningsforhold i ledningsnett, elver og vassdrag, og/eller på overflaten. Resultater fra modellen kan brukes i vurderingen av behov for tiltak og effekten av tiltak.	
Overvann	Overvann er overflateavrenning som følge av nedbør eller smeltevann.	NOU 2015: 16
Risikoakseptnivå	Risikoakseptnivå er definert som et nivå for risiko som samfunnet aksepterer i en gitt sammenheng basert på gjeldende verdier i samfunnet. Hva som er akseptabelt, kan endres over tid og variere mellom områder.	[2]
Tretrinnsstrategien	Strategi for å håndtere små, middels eller store regn. Små regn infiltrerer eller fordampes fra vegetasjonen (trinn 1), middels store regn fordrøyes (trinn 2), og overvann fra store regn ledes trygt til resipient via naturlige og/eller planlagte flomveier.	[1]
Vassdragsflom/ elveflom	Flom i vassdrag oppstår når vannstanden i innsjøer og elver går ut over det normale, noe som fører til at vannet flommer ut over landmasser som ellers er tørre. (Vassdragsflom kommer som regel av stor nedbør eller snøsmelting, og oppdemming som følge av isgang eller skred.)	[1]
Overvannsflom/ urban flom	Overvannsflom oppstår når landmasser som ellers er tørre oversvømmes som følge av styrtregn, kraftig nedbør over lengre perioder eller når is/snø sammenfaller med kraftig nedbør. (Overvannsflom opptrer ofte i tettbygde (urbane) strøk som følge av stor andel av tette flater og oversteget kapasitet i ledningssystemet.)	[1]
Flomvei	Flomvei er en trasé som avleder overvann til en resipient ved overvannsflom.	Tilpasset etter NVE, [1]
Trygg flomvei	Trygg flomvei er en trasé som sikrer avledning av overvann uten skader og ulemper, innenfor akseptabel risiko, ved en dimensjonerende	[1]

Begrep	Forklaring	Kilde
	vannføring.	
Gjentaksintervall	En hydrologisk beregning over hvor ofte (statistisk) en nedbørhendelse av et visst omfang oppstår. (For eksempel vil en overvannsfloem med gjentaksintervall på 100 år, også kalt 100-årsregn, opptre i gjennomsnitt hvert 100. år. Hvert år er sannsynligheten for 100-årsregn lik 1/100, det vil si 0,01 %.)	[1]
Hensynssone	Sone der særlige hensyn og restriksjoner gir føringer for arealbruken. Hvilke soner som kan brukes er uttømmende bestemt i plan – og bygningsloven og vedlegg II til kart – og planforskriften. Sonene vises som skravert felt på kart. Det kan fastsettes bestemmelser til hensynssonene.	pbl §11-8, §12-6 og §12-7
Klimatilpasning	Forebygging av de negative konsekvensene av klimaendringer og god beredskap for hendelser som kan inntreffe.	[1]
Skybrudd	Opprinnelig dansk begrep, se styrtregn.	[1]
Styrtregn	Kortvarig og kraftig, intenst regnskyll.	[1]
Omprofilering	Endring av veiens tverrfall. For eksempel fra takfall til omvendt takfall	
Omvendt takfall / V-profil	Veiens tverrprofil der lavpunktet ligger i midten av veien.	

2. Innledning

2.1 Bakgrunn

I løpet av de siste 100 årene har gjennomsnittlig årlig nedbør økt med cirka 20 % i Norge. Denne utviklingen forventes å fortsette etter hvert som temperaturen stiger og vanndampen i atmosfæren øker. Som et resultat kan vi forvente mer ekstrem nedbør, blant annet i form av kortvarige, intense og lokale regnskyl. I kombinasjon med en økning av tette flater som følge av urbanisering og utilstrekkelig kapasitet i overvanns- og avløpsnett, vil flomrisikoen i byområdene øke.

Fortetting av byer og tettsteder reduserer overflatens egenskaper til å infiltrere og holde tilbake vann slik at avrenning øker i både mengde og hastighet. Dette har særlig stor samfunnsøkonomisk betydning i tettbebygde områder, hvor store konsentrasjoner av verdier kan bli skadet ved ukontrollert avrenning. Dette gjør det nødvendig å legge til rette for avrenning av større mengder vann der skadepotensiale er lavere. Etablering av trygge flomveier er et av de viktigste tiltakene vi kan gjøre i urbane områder for å forebygge konsekvensene av klimaendringene.

Behovet for å sikre trygge flomveier er blant annet beskrevet i NVE-veileder 4/2022 «Rettleiar for handtering av overvatn i arealplanar» og NOU 2015:16 Overvann i byer og tettsteder. Trygge flomveier skal lede vannet trygt til resipient ved styrtregn.

En flomvei er en naturlig eller planlagt strekning i terrenget som leder flomvann til en resipient. Elver og bekker utgjør det naturlige flomveisystemet, men disse opprinnelige flomveiene er mange steder lagt i rør og bygget igjen i urbane områder.

Det skilles i denne rapporten mellom naturlige flomveier og etablerte, trygge flomveier. Naturlige flomveier er ikke-planlagte vannstrømmer som normalt følger laveste punkt i terrenget. Etablerte trygge flomveier er designet og dimensjonert for å lede vann trygt i en planlagt retning under kraftige regnhendelser. Vei og gate som trygge flomveier skal avlede overvann som en tilleggsfunksjon og fortsatt ha hovedfunksjon som vei eller gate under normale omstendigheter.

2.2 Mål

Veilederen har som mål å gjøre kommunene bedre rustet til å møte klimaendringene gjennom kunnskap om, og tiltak for, utforming og dimensjonering av gater og veier som også skal fungere som flomveier.

Det konkrete målet er å utvikle en designveileder som et verktøy for kommunene. Denne veilederen skal gjøre utforming og tilpasning av eksisterende gater enklere for å oppnå en funksjon som trygg flomvei.

Denne fagrapporten tar sikte på å beskrive behovet og danne et grunnlag for å underbygge og begrunne valgene som er tatt i designveilederen.

2.3 Målgruppe

Hovedmålgruppen er tekniske planleggere i fasen planlegging og prosjektering av gater og veier. Innholdet i denne veilederen er utarbeidet deretter, men kan fint benyttes av planleggere eller saksbehandlere i andre faser.

2.4 Avgrensning

Rapporten og veilederen er utarbeidet med formål om å gjelde for etablering av trygge flomveier i etablert bebyggelse. Beskrivelser og eksempler vil også kunne benyttes i planlegging av nye gater og veier, også i ikke urbane strøk. Med trygge flomveier menes en trase som avleder overvann opp til en akseptabel risiko (dimensjonerende vannføring) uten skader eller ulemper. Designveilederen omhandler ikke vassdrag som følger kravene i TEK17 § 7-2 eller flomveier som går utenfor vei- eller gatetverrsnittet.

2.5 Metodisk fremgangsmåte

Arbeidet med kunnskapsinnhenting er utført som en kombinasjon av dokumentstudier, intervjuer med ulike aktører, og en innsamling av Rambøll og Henning Larsens egne erfaringer i Norge og i utlandet.

Før intervjuene ble det sendt ut en referatmal med relevante temaer og spørsmål. Referatene er oversendt og godkjent av intervjuobjektene.

Oppdragsgiver med samarbeidspartnere har gitt innspill til relevante dokumenter som kan inngå i dokumentstudien og har bidratt til innhenting av relevant data. Arbeidsgruppen har mottatt et betydelig antall dokumenter med stor variasjon i relevans for arbeidet, til tross for at fellesnevneren er ulike aspekter rundt overvann. Valget av dokumenter som brukes som kilder er basert på flere faktorer. Blant annet er avgrensningen beskrevet i kapittel 0 føringsgivende. Der flere dokumenter omhandler det samme eller dekker mange av de samme aspektene, er kun et utvalg brukt. I tillegg er det brukt faglig skjønn i utvelgelsen.

2.6 Rammebetingelser og forhold til andre prosjekter

En rekke rammebetingelser setter føringer og krav til overvannshåndtering. Kapittel 3.1 Lovverk utdyper rammebetingelsene knyttet til lovverket.

Rammebetingelser for arbeidet med designveilederen er i tillegg:

- NOU 2015/2016
- NVE-veileder 4/2022
- Oslo kommunes gatenormal
- Statens vegvesens håndbøker

Spesifikt for Oslo kommune foreligger følgende sentrale rammebetingelser, men er ikke begrenset til:

- Strategi for overvannshåndtering
- Handlingsplan for overvannshåndtering
- Kommuneplan 2015, "Oslo mot 2030", juridisk arealdel, vedtatt 23.09.2015

Parallelt med arbeidet med denne designveilederen, jobber Oslo kommune i regi av Plan- og bygningsetaten med en ny veileder for overvann kalt Retningslinjer og veiledning for overvannshåndtering. Oslo kommunes nye overvannsveileder vil utdype dagens retningslinjer for overvannshåndtering, hvor krav og føringer er basert på et bredt kunnskapsgrunnlag, utredninger og beste faglige praksis. Det forventes derfor at flere norske kommuner vil kunne ha god nytte av å overføre kunnskapen fra Oslo kommunes nye veileder til egen kommune, og det er derfor en vesentlig forutsetning at denne designveilederen ses som et supplement til øvrig veiledning innen overvannshåndtering. Oslo kommunes nye veileder er under arbeid og vil erstatte dagens Overvannshåndtering - en veileder for utbygger.

3. Rammer

3.1 Lovverk

Regelverket rundt overvann og flom er i dag fragmentert. Det er et relativt høyt antall retningslinjer for overvannshåndtering nasjonalt, inkludert lover, forskrifter, veiledere og direktiver. Myndighetsregulering av vann finnes i ulike lover. Dette skyldes først og fremst at forvaltningen er organisert i ulike sektorer og temaet berører mange. Kommunene er tillagt ansvar og oppgaver blant annet fordi de har lokalkunnskap og anses som nærmest sine innbyggere. Kommunene har også som planmyndighet et særlig ansvar for overvannshåndtering.

Når det gjelder urban flom (ekstrem driftssituasjon) i veier og gater belyser rapporten Overvann fra veg utarbeidet av SINTEF disse lovene som mest relevante [3]:

- Plan- og bygningsloven
- Sivilbeskyttelsesloven
- Forskrift om kommunal beredskapsplikt

Plan- og bygningsloven gir kommunene grunnlag til å utarbeide arealplaner. Arealplanene er sektorovergripende, noe som fører til en helhetlig problemløsning i et område. For opparbeidelse av trygge flomveier er denne sektorovergripende tilnærmingen sentral. Plan- og bygningsloven legger med dette grunnlaget for at veier kan etableres og benyttes som flomveier. Samtidig må vegmyndigheter og vegplanleggere inkluderes i planleggingen slik at tiltaksgjennomføring vurderes helhetlig.

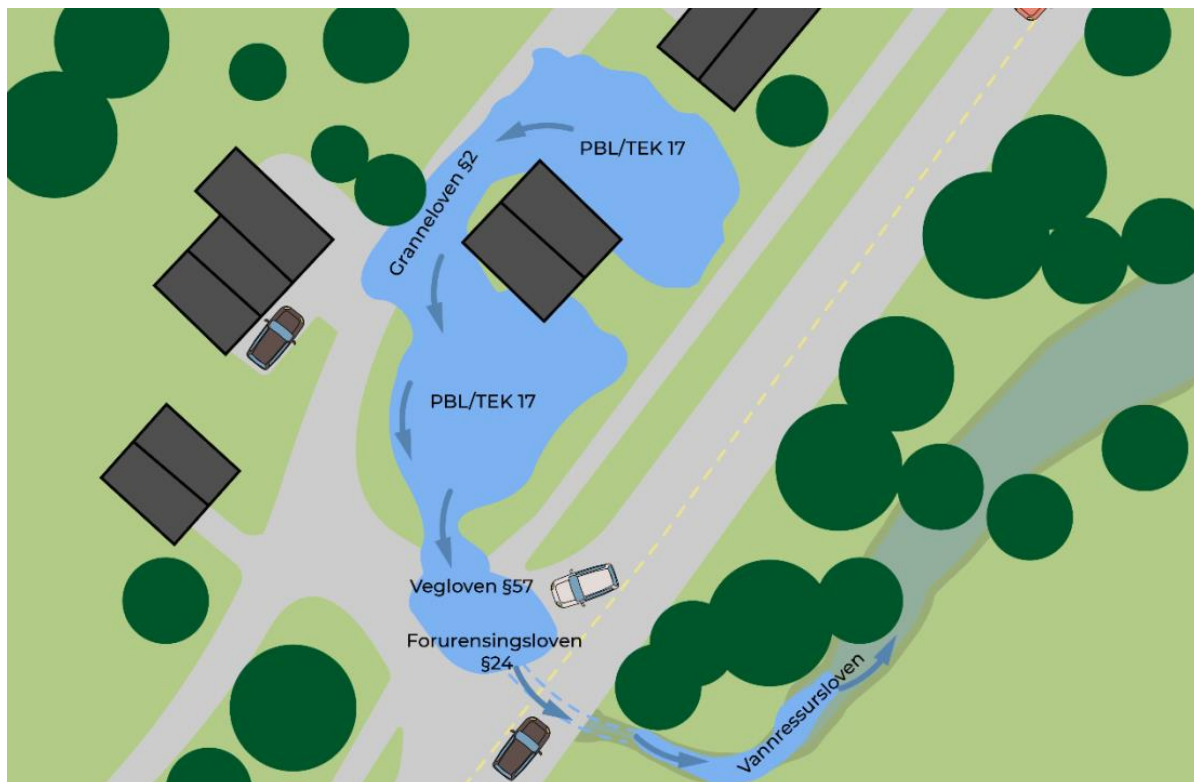
Sivilbeskyttelseslovens formål er å beskytte liv, helse, miljø, materielle verdier og kritisk infrastruktur ved blant annet uønskede hendelser i fredstid. Flom kan være et eksempel på en slik uønsket hendelse. Etter loven har kommunene ansvar for å kartlegge hvilke uønskede hendelser som kan inntreffe, vurdere sannsynligheten for disse hendelsene, og vurdere hvordan de vil påvirke kommunen.

Forskrift om kommunal beredskapsplikt legger vekt på at kommunene skal sørge for at ulike virksomheter samarbeider og integreres i arbeidet. Kartleggingen skal danne grunnlag for kommunens beredskapsplan for håndtering av uønskede hendelser.

Utover dette kan også følgende lovverk være relevante:

- Vass- og avløpsanleggslova
- Forurensningsloven
- Forurensningsforskriften
- Byggteknisk forskrift
- Grannelova
- Naturskadeloven
- EUs vanndirektiv for vann
- Vannforskriften
- Veglova
- Statens vegvesens håndbøker
- Ledningsforskriften
- Byggteknisk forskrift TEK17

For en utfyllende oversikt over relevante lovverk med tilhørende paragrafer og kapitler som berører overvann vises det til «Retningslinjer og veiledning til overvannshåndtering for Oslo kommune»¹ og NVE-veileder 4/2022 «Rettleiar for handtering av overvatn i arealplanar».



Figur 1: De ulike lovene gjør seg relevant på ulike steder gjennom vannets løp til resipient (Figur: SINTEF).

3.2 Risikoakseptnivå

Tiltak for å håndtere flom har en kostnad for samfunnet. Det skal investeres i tiltak, og tiltakene skal driftes og vedlikeholdes. Samtidig er det høye kostnader for samfunnet dersom overvann forårsaker oversvømmelser og skader. Det samfunnsøkonomiske lønnsomhetsprinsippet tilsier at et offentlig prosjekt, tiltak eller handling kun skal gjennomføres dersom kostnadene ved å ikke gjennomføre det er høyere enn å gjennomføre. For å vurdere sikkerheten brukes ofte risiko som et mål på uønskede hendelser. KMD² definerer risikoakseptnivå som et nivå for risiko som samfunnet aksepterer i en gitt sammenheng basert på gjeldende verdier i samfunnet. Hva som er akseptabelt, kan endres over tid og variere mellom områder [2].

Vannhastighet og flomdybde er faktorene som bidrar til skader [4]. Dybden kan ha størst betydning for de materielle og økonomiske skadene, mens hastigheten kan ha størst betydning for sikkerheten til mennesker. Dermed er dette de mest kritiske faktorene for å vurdere faren under en flom og de begrensende faktorene for hvordan gater bør utformes for flomveier.

¹ «Retningslinjer og veiledning til overvannshåndtering for Oslo kommune» er under utarbeidelse og er planlagt lansert i løpet av 2023.

² Kommunal- og moderniseringsdepartementet (KMD), nå kjent som Kommunal- og distriktsdepartementet (KDD).

3.2.1 Norge

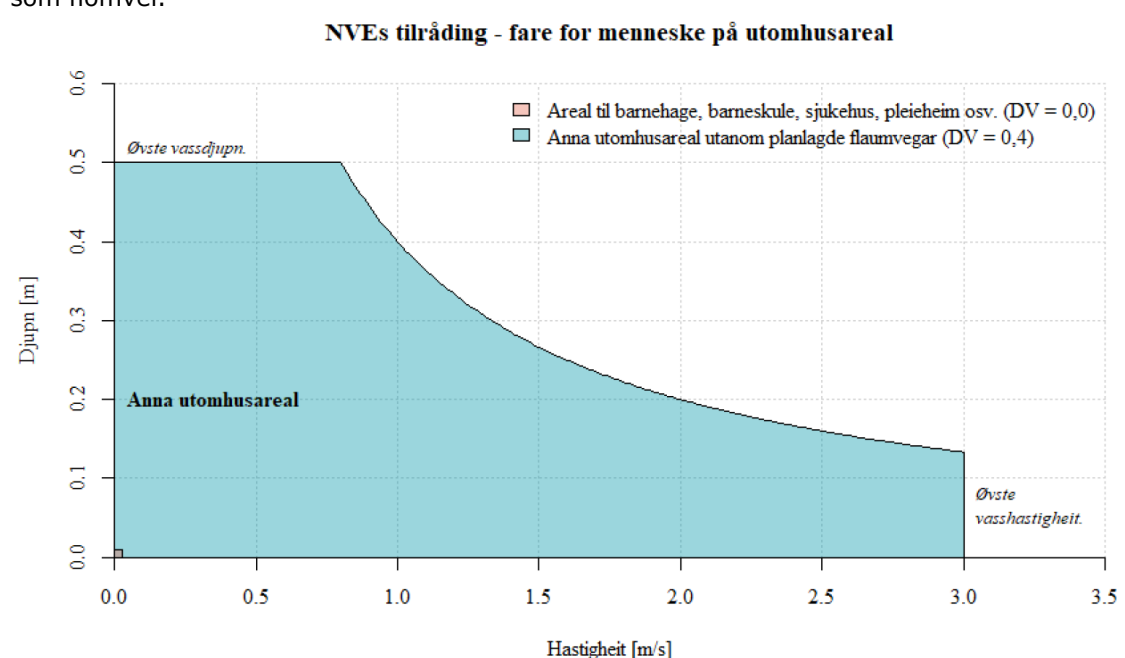
I Norge er hovedfokuset i dag rettet mot en risikoakseptert tilnærming til urban flom. Med dette menes å se vanndybder og vannhastigheter i sammenheng med et areals funksjon. For eksempel vil en vanndybde på 0,5 meter ikke nødvendigvis forårsake skade dersom den måles i en park, mens en vanndybde på 0,2 meter kan skade et urbant sentrumsområde.

Det er umulig å beskytte samfunnet mot fare eller skade fra flom fullstendig. Plan- og bygningsloven sier derfor ikke noe konkret om risikoakseptkriterier. Så langt har Norge ennå ikke oppnådd en klar konsensus om risikoakseptkriterier for håndtering av urban flom. Derfor må kommunene ta stilling til tilstrekkelig sikkerhet mot fare og skade fra flom jf. PBL §28-1 og de generelle kravene i TEK17 §7-1.

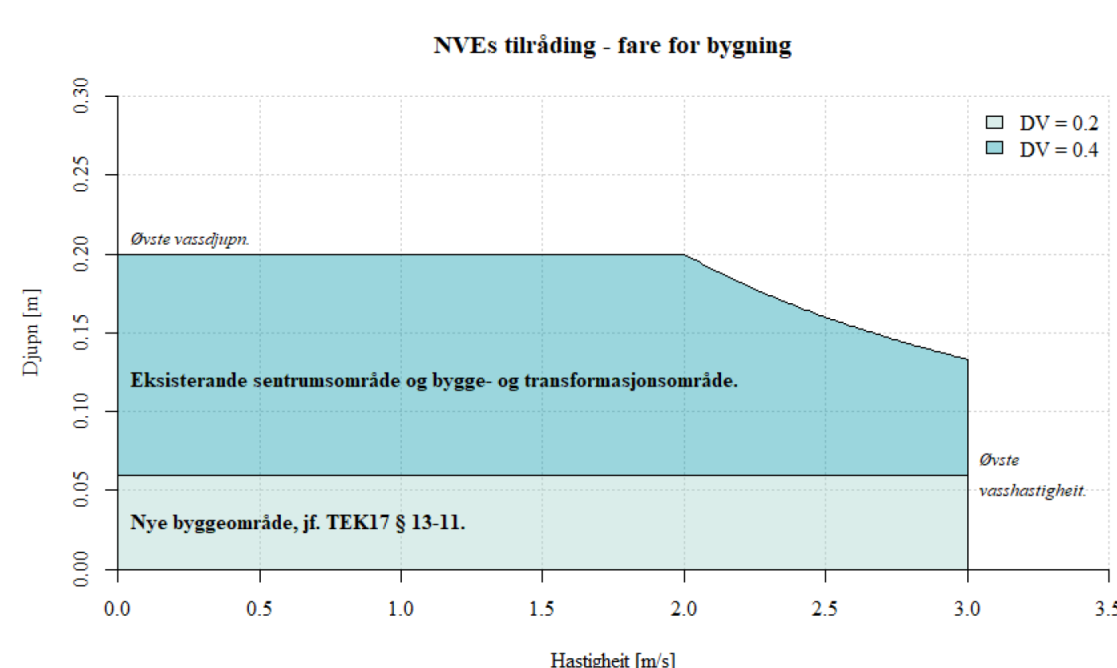
For kommuner som ønsker det har NVE i sin veileder *Rettleiar for handtering av overvatn* [3] utviklet en anbefaling om tilstrekkelig sikring mot fare og skade fra overvann. De anbefaler:

- Å legge til grunn klimajusterte 100-årsregn. Planlegging av trygge, sammenhengende flomveier og lokale overvannstiltak skal til sammen gi akseptabel trygghet. Anbefalingen gjelder der TEK17 §7-2 om sikkerhet mot flom ikke gjelder
- Å legge til grunn foreslåtte grenseverdier for dybde (D), hastighet (V) og produktet av de to (DV) på oversvømt areal ved klimajustert 100-årsregn, for å identifisere arealer som egner seg for utbygging. Grenseverdiene gjelder ikke for planlagte flomveier.

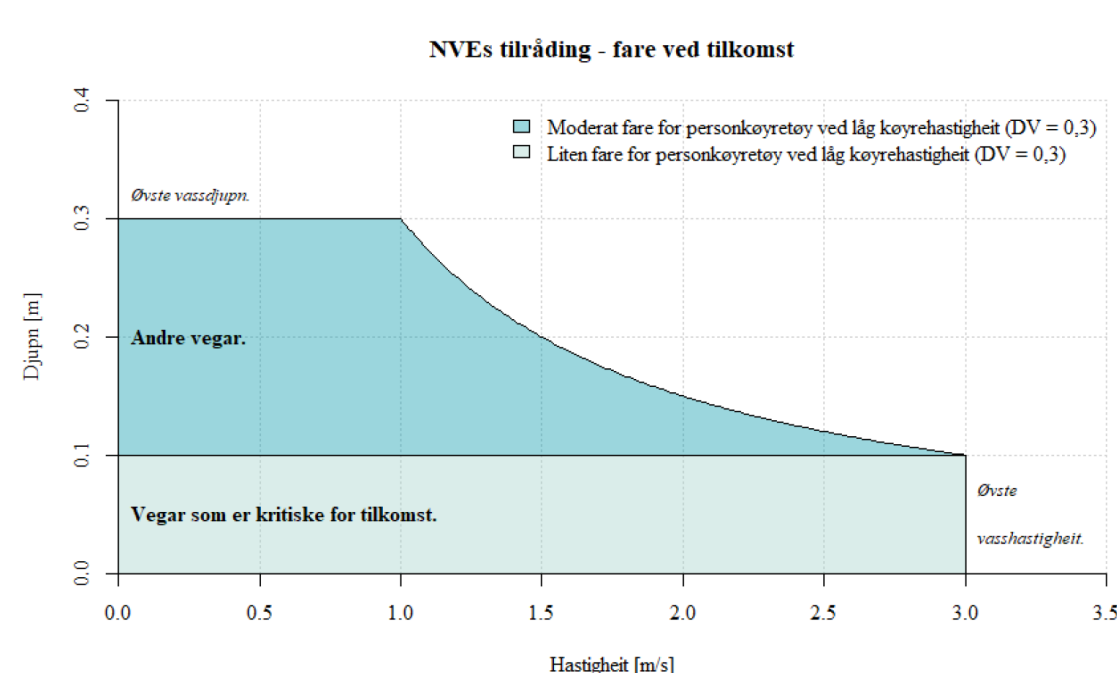
I denne veilederen foreslår NVE også grenseverdier for D, V og DV til ulike formål (se figur 2, 3 og 4). Arealformålene inkluderer fare for mennesker, bygninger og fremkommelighet. Disse grenseverdiene gjelder imidlertid ikke for områder med tiltenkt funksjon som flomveier, fordrøyningsarealer eller lignende. Dette kan føre til konflikter mellom ulike behov, som funksjonen en vei kan ha som kritisk beredskapstrasé og funksjonen samme vei kanskje må ha som flomvei.



Figur 2: Anbefalte vanndybder, vannhastigheter og DV-tall for mennesker utomhus (Figur: [5]).



Figur 3: Anbefalte vanddybder, vannhastigheter og DV-tall for bygninger (Figur: [5]).



Figur 4: Anbefalte vanddybder, vannhastigheter og DV-tall for adkomst (Figur: [5]).

Vannhastighet er den dominerende faktoren i farepotensialet for fotgjengere i flomveier i urbane veier og gater [6]. Gjenstander i flomveier kan påvirke vannstrømmen og øke hastigheten. Vannhastigheten på gangvei er normalt sett betydelig lavere enn i kjørebanelen, da den vanligvis ligger høyere.

3.2.2 Danmark

Danmark har kommet langt i samfunnsøkonomiske risikovurderinger. I 2011 opplevde København ekstremregn som forårsaket enorme skader. I kjølvannet av dette ble det raskt laget en skybruddsplan med generelle føringer, som blant annet anbefaler å sikre byen mot flom

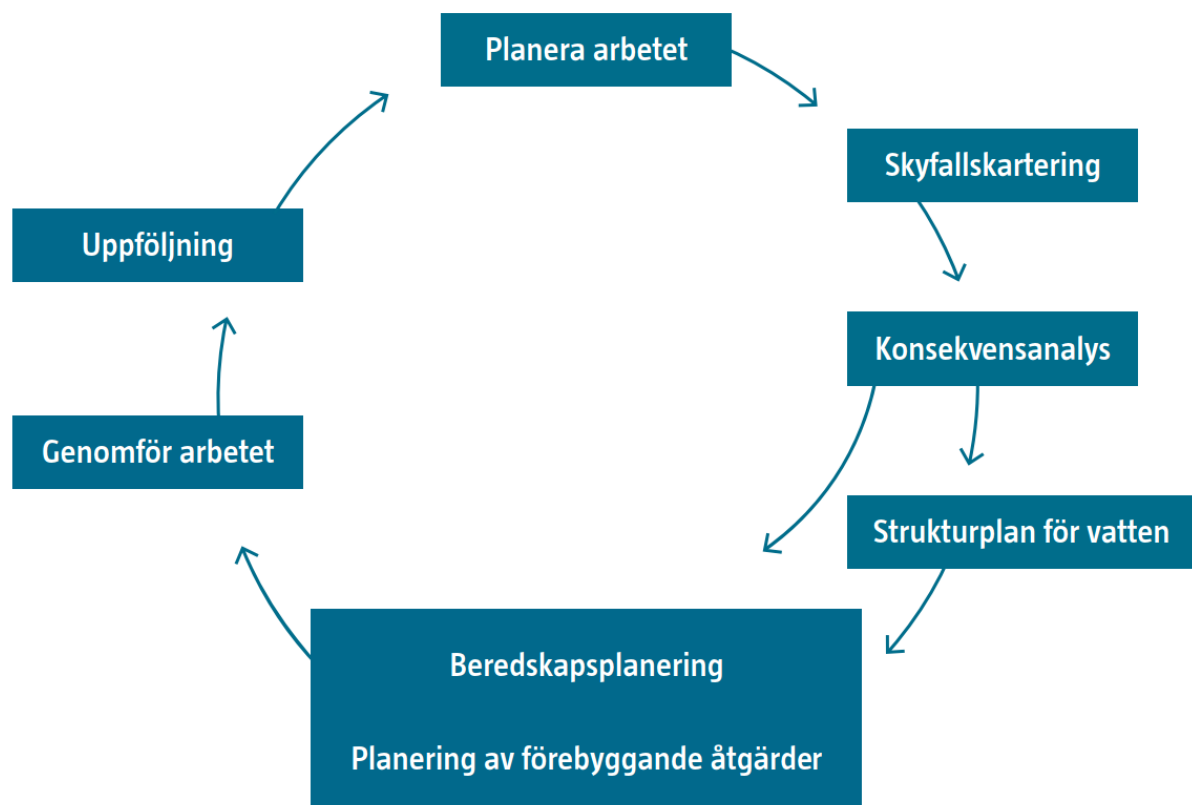
tilsvarende 100-årsregn opp til 10 cm vanndybde [7]. Skadene antas altså å skje ved en vanndybde på 10 cm eller mer på terreng. Bakgrunnen for de samfunnsøkonomiske vurderingene i København er beskrevet i rapporten «Skybrudsplan og strategi» utarbeidet av COWI [8].

I dokumentet «Aarhusmetoden til klimatilpasning af den eksisterende by» [9] beskrives Aarhusmetoden som også definerer tiltaksnivå. Som grunnlag for skadeberegninger tar Aarhus utgangspunkt i vanndybder og flux (l/s/m). Skadeomfanget på bygninger er basert på vanndybder større enn 10 cm, som i København, samt flux langs bygninger på over 25 l/s/m.

3.2.3 Sverige

I Sverige har myndigheten för samhällskydd och beredskap (MSB) utarbeidet en veileder for skybruddskartlegging. Veilederen anbefaler at skybruddskartleggingen gjennomføres med minst to klimajusterte regn med ulikt gjentaksintervall. Det minste bør minimum ta utgangspunkt i 100-årsregnet; ellers holder analysen seg innenfor intervallet 100-1000 år [10]. Konsekvensanalyser diskuteres også, med presentasjon av fire ulike analyser:

- 1) Analyse med fokus på samfunnsviktige aktiviteter
- 2) Analyse for prioritering av områder
- 3) Analyse med fokus på samfunnets funksjonalitet
- 4) Analyse av fare for menneskeliv



Figur 5: Prosessen i arbeidet med å sikre mot skybrudd (Figur: [10]).

3.3 Overordnede planer

3.3.1 Politisk forankring

CICERO senter for klimaforskning gjennomførte våren 2020 en spørreundersøkelse om arbeidet med klimatilpasning i norske kommuner på oppdrag fra forsikringselskapet If [11]. Spørreundersøkelsen viser til at kommuner som har forankret klimatilpasningsarbeidet politisk, har kommet vesentlig lengre enn de kommunene som arbeider med klimatilpasning uten slik forankring. Dette understrekes av rapporten «Barrierer for klimatilpasning på lokalt og regionalt nivå» som skriver at manglende politisk vilje knyttet til klimatilpasning i kommunene er en av de viktigste barrierene for klimatilpasning [12]. For å sikre trygg håndtering av flom og overvann over tid er det derfor viktig at kommunene i større grad legger til grunn føre var-prinsippet og overordnet styring.

3.3.2 Formelle og uformelle planer

Med formelle plantyper menes planer som er forankret etter plan- og bygningsloven. Uformelle planer er vedtatt uavhengig av plan- og bygningsloven.

Kunnskapsgrunnlaget om overvann og flom kan være i kommunedelplaner, hovedplan for vann, avløps og vannmiljø, strategiske overvannsplaner, konsulentutredninger eller lokale normer for vann og avløp. Hvilket dokument som brukes er ikke det viktigste, det viktigste er at en kommunal planstrategi avklarer hvilket kunnskapsgrunnlag som trengs for å finne rett risikoakseptnivå for å planlegge trygg håndtering av overvann [5].

Eksempler på kommunale kunnskapsgrunnlag som er utviklet i tråd med kommunalt vedtatte planstrategier:

- Bergen tematisk kommunedelplan for overvann 2019-2029 [13].
- Oslo kommune handlingsplan for overvannshåndtering [14].
- Skybruddsplan for Skien sentrum (prosjektet er ferdigstilt og politisk vedtatt, men ligger åpent ute på nett).
- Lørenskog kommune, strategi for overvann og vassdrag [15].

Overvann og flom er et arealstrategisk viktig tema, særlig der utfordringer med vann allerede gjør seg gjeldende. Knapphet på areal gjør at kommunene må ta stilling til flerfunksjonell arealbruk.

4. Innledende undersøkelser

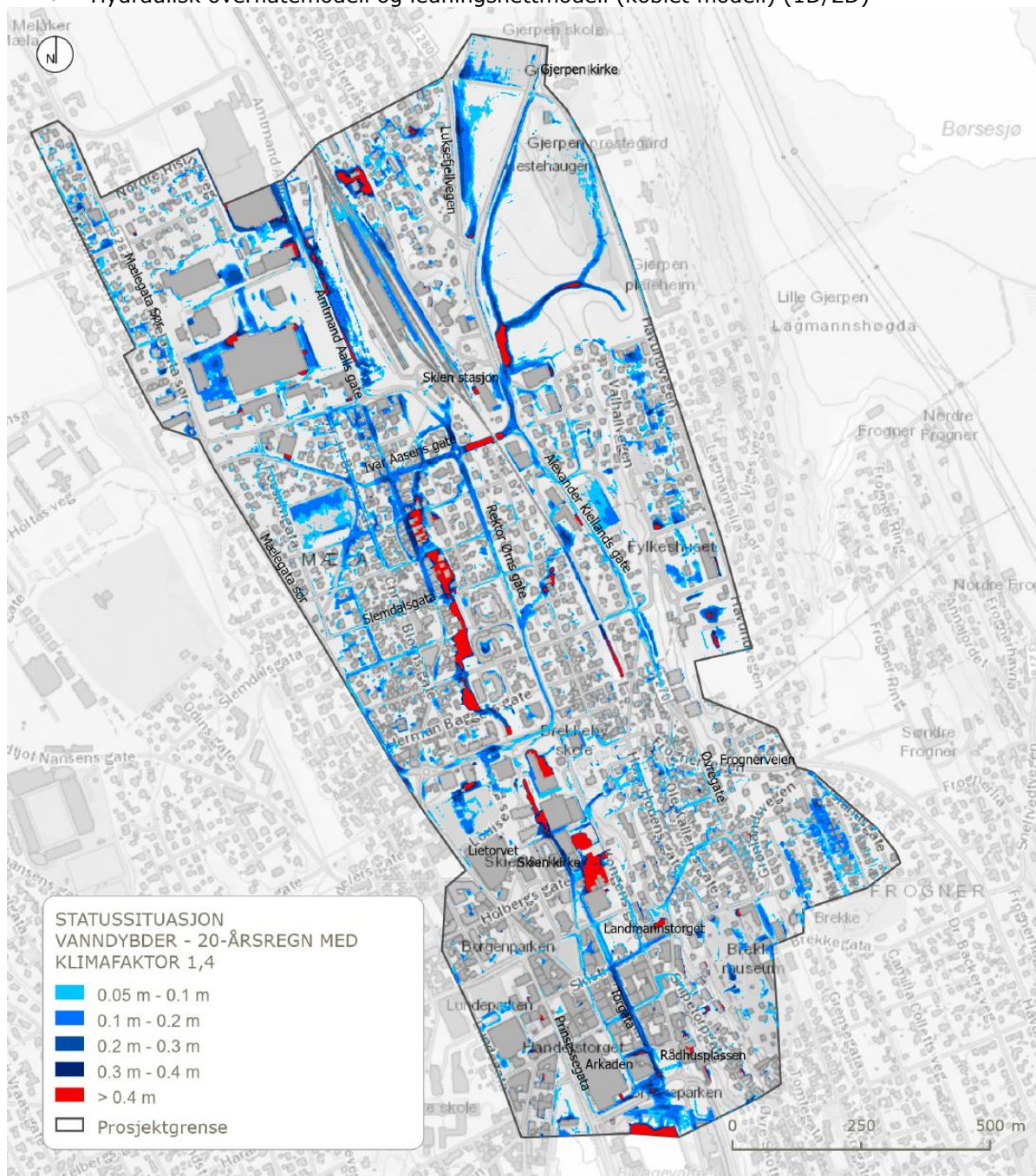
Veien og gatens primærfunksjon er å betjene den trafikken av myke og harde trafikanter som til enhver tid benytter veien eller gaten. Ved å også benytte vei- eller gatearealet som flomvei kan det oppstå konflikter med andre funksjoner og forhold, og det vil være nødvendig å se sammenhengen med disse og eventuelt tilpasse løsningen eller eksisterende situasjon. Det vil derfor være nødvendig å gjennomføre innledende undersøkelser som en del av arbeidet med planlegging og prosjektering av flomveier i vei og gate. I dette kapitlet gjennomgås praksis og erfaringer med utvalgte sentrale forhold:

1. **Beregningsmetode og dimensjoneringsgrunnlag:** Et premiss for planleggingen og prosjekteringen av flomveier i gater og veier er å definere dimensjonerende vannføring.
2. **Gatens arealinndeling:** Veier og gater inndeles i mange funksjoner og elementer som må hensyntas.
3. **Trafikale forhold:**
4. **Flerfunksjonalitet og synergieffekter:** Flomveier kan kombineres med andre funksjoner for bedre arealutnyttelse og synergieffekter.

4.1 Beregningsmetode og dimensjoneringsgrunnlag

Et premiss for planleggingen og prosjekteringen av flomveier i gater og veier er å definere dimensjonerende vannføring. En vurdering av valg av metode for beregning (manuelle beregninger eller hydraulisk modell) av dimensjonerende vannføring og eventuelt kapasitetssjekk av flomvei vil være situasjonsbetinget, og må gjøres i hvert enkelt tilfelle. NVE-veileder 4/2022 oppgir følgende metoder for kartlegging og beregning av vannføringsmengder [5]:

- GIS
- GIS og forenklede beregninger
- Hydraulisk overflatemodell (2D)
- Hydraulisk overflatemodell og ledningsnettmodell (koblet modell) (1D/2D)



Figur 6: Eksempel på kart som viser vanndybder i Skien ved bruk av hydraulisk overflatemodell og ledningsnettmodell (koblet modell) (1D/2D) (Figur: Rambøll).

Generelt anbefales det å benytte mer komplekse modeller ved økende kompleksitet og risiko for skade fra overvann. Forhold som kan ha betydning for valg av metode kan være:

- Kompleksitet
- Størrelse på nedbørfelt
- Ledningsnettets omfang i området og påvirkning på flomforholdene
- Tiltakets lokasjon i det overordnede nedbørfeltet
- Nedstrøms forhold eller sårbarhet
- Myndighetskrav eller metode beskrevet i lokale overvannsveiledere
- Fase (tidligfase eller byggesak)
- Begrensende faktorer ved manuelle beregninger eller hydraulisk modell
- Skadepotensialet og sårbarhetsnivå

For en utdypende og supplerende beskrivelse av de ulike metodene for kartlegging og beregning vises det til rapporten «Overvannsflom – metoder for kartlegging og analyse» utarbeidet av Rambøll som et forarbeid til NOU2015:16 «Overvann i byer og tettsteder» [16]. Også NVE-veileder 4/2022 gir beskrivelser og anbefalinger av ulike verktøy på overordnet nivå [5], mens NVE-veileder 2/2023³ gir innføring i hvordan verktøyene kan benyttes og bestilles av kommunene [17].

Enkelte kommuner har, eller skal, komme med egne rutiner for valg av metoder. Oslo kommune gir i utkastet til ny overvannsveileder som er planlagt publisert 2023 føringer for valg av metode som avhenger av størrelse på tiltaksområdet, størrelse på oppstrøms bidragsytende nedbørfelt til tiltaksområdet samt DV-tall [1]. Rambøll erfarer at København aktivt benytter hydraulisk modellering i arbeidet med å realisere skybruddsplanen med etterfølgende konkretiserings- og masterplaner, og Porsgrunn kommune skriver at de ønsker i større grad å benytte avansert hydrodynamisk modellering til dimensjonering av flomveier [18]. Videre konkluderer masteroppgaven «A methodology for mapping the vulnerability and hazard potential of temporary floodways» blant annet med at HEC-RAS (en av flere programvarer innenfor hydraulisk modellering) er et effektivt verktøy til å kartlegge flomveier med utgangspunkt i den valgte casestudien [6].

I urbane strøk og ved bruk av manuelle metoder benyttes i praksis og oftest den rasjonelle formelen for beregning av dimensjonerende vannføring. Statens Vegvesen har imidlertid egne metoder og retningslinjer for kartlegging og beregning [19, 20]. Trolig er det i forbindelse med tverrdrenering (kryssinger av vei ved kulvert eller bro m.fl.) eller langsgående drenering (sidegrøfter el.lignende) at prinsippene og metodene tradisjonelt er blitt benyttet. Det utelukker ikke at enkelte av metodene som angis av Statens Vegvesen også vil være gjeldene for beregning av dimensjonerende vannføring for en flomvei i vei og gate. Det vises i disse tilfellene til vegnormal N200 Vegbygging og håndbok V240 Vannhåndtering, samt NVE-veileder 1/2022 «Veileder for flomberegninger» [21].

³ NVE-veileder 2/2023 «Veileder for kartlegging av overvann i arealplaner» er under utarbeidelse og er planlagt lansert i løpet av 2023.

4.2 Gatens arealinndeling

For å identifisere de fysiske premissene ved planleggelse av flomvei i vei og gate må gaten- eller veiens arealinndeling kartlegges. Denne kartleggelsen kan fordeles i gatens funksjoner med to undergrupper og elementer [22]:

Primærfunksjoner:

- Fortau og gangfelt
- Sykkelfelt
- Kollektivfelt
- Kjørefelt/veibane

Sekundærfunksjoner:

- Møte og oppholdsplasser
- Biloppstillingsplasser
- Flomvei
- Vei for kabler og rør under bakken

En vei eller gates elementer kan bestå av:

- Møbler
- Rekkverk
- Rundkjøringer
- Trær
- Vegetasjonsfelt
- Sluk, kummer og rister
- Luftstrek
- Skilt
- Fartshumper
- Kryss
- Lysmaster
- Kabler
- Rør
- Terrorsikringstiltak
- Kulturminner

Illustrasjonen under fra Gatennormalen i Oslo kommune illustrerer de funksjonene et gatetverrsnitt kan ha.



FIGUR 3-1 Eksempel på gatens oppbygning

VS: veggsone
 FS: ferdselssone
 MS: møbleringssone
 KS: kantsteinssone
 KF: kjørefelt
 MD: midtdeler
 SA: sykkelanlegg

Figur 7: Eksempel på gatens oppbygning (Figur: [23]).

Størrelsen på gatens tverrsnitt vil variere av hensyn til hvor mye areal som er til rådighet, trafikal kompleksitet og ambisjonsnivået på gateutformingen. I gateutformingen har vi noen gatetypologier hvor soneinndeling ikke er delt opp av kantstein med vishøyde. Disse er:

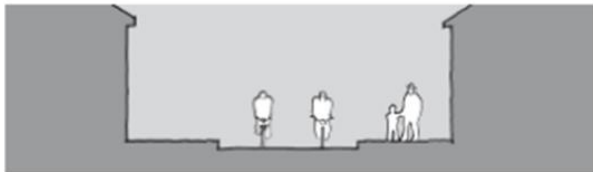
- **Sambruksareal.** I sambruksområder har ingen trafikantgrupper regulert prioritert. Alle trafikantgrupper er likestilt og må tilpasse seg hverandre. Et sambruksareal formes med svært få reguleringer i form av skilt, fysisk separering og oppmerking.
- **Gågate** er aktuelt i handlegater og gater med annen viktig publikumsrettet virksomhet. Soner separert med kantstein(nivåforskjeller) H100
- **Gatetun** er et område fortrinnsvis beregnet for opphold og lek hvor motorisert trafikk har begrenset tilgang og omfang. Gatetun skal ikke være oppdelt i kjørebane og fortau og skal ikke ha gjennomgående høydeforskjeller i gatens tverrprofil.



Figur 8: Prinsipp av gågate (Figur: [22]).

Andre gatetypologier kan være:

- **Sykkelgate** er en gate som prioriterer gående og syklende. Det kan tillates varelevering, kjøring til eiendommene og lignende trafikk i én kjøreretning om nødvendig.



Figur 9: Prinsipp av sykkelgate (Figur: [22]).

4.3 Trafikale forhold

De trafikale forholdene kan deles inn i undergrupper(N100):

- Transportformer, gående, syklende, kollektiv-, gods- og personbiltrafikk
- Trafikkgrupper, skolebarn, alder og funksjonsevne
- Trafikkmengde
- Dimensjonerende kjøretøy
- Fartsgrenser
- Krysstyper og kryssplasseringer
- Avkjørsler
- Sideområder

Vurdering av trafikksikkerhet og prioritering av fremkommelighet ved flom er aspekter som må avklares i forbindelse med utarbeidelse av flomveier. Thea Skrede ga innspill under erfaringsinnhentingen på:

- Under utvelgelse av flomveier, ikke velg ut de gater eller veier hvor biler kjører med høy hastighet.
- Legge til rette for utrykningskjøretøys fremkommelighet under flomhendelse, for eksempel legge til rette for at deler av gaten er fremkommelig.
- Bevisstgjøring av gatens funksjon som flomvei ovenfor befolkningen. Informer gjennom skilting eller annen form for merking av for eksempel asfalt eller annet slitedekke. På

denne måten blir brukerne minnet på at gaten har en annen funksjon under flomhendelser.

- Ved planlegging av flomveier i byer og tettsteder bør det gjøres en vurdering om gater skal ha en gradert funksjon som flomvei, dvs. Skal alle gater ha en grad av flomveifunksjon eller skal by/tettsted ha en hoved-flomvei. Skrede anbefaler en form for gradert løsning, men det er en viktig faktor å medta i planleggelsen.

Kartleggelse av hvilke trafikkgrupper som er prioritert i eksisterende kontekst og eventuelle omprioriteringer trafikantenes prioritet er viktig. København kommune beskrev under intervjuet en erfaring de hadde gjort seg i forbindelse med nedleggelse av en sykkelsti for å legge til rette for en blågrønn struktur. Ny løsning ble ikke brukt av de syklende som i stedet valgte å sykle i kjørebane, som svekket sikkerheten til de syklende i dette området. De hadde også gjort seg erfaringer ved bruk av rister over overvannsrennet i gatene, syklistene unngår disse fordi de risikerer å sette fast sykkelhjulet i disse.

I Danmark har Rambøll utarbeidet et hefte for Vejdirektoratet som beskriver ulike klimatilpasningstiltak og hvilke konsekvenser de har for trafiksikkerhet. I dette heftet blir blant annet endring i tverrfall på vei, bruk av rister i gater, Irish crossing og omvendte farshumper beskrevet. Erfaringsgrunnlaget er varierende, da flere av tiltakene nylig er tatt i bruk. Men ansamling av vann i kjørebane kan forstyrre kjøredynamikken og redusere fremkommeligheten i perioder, dette gjelder da for Irish crossing og omvendte farshumper.

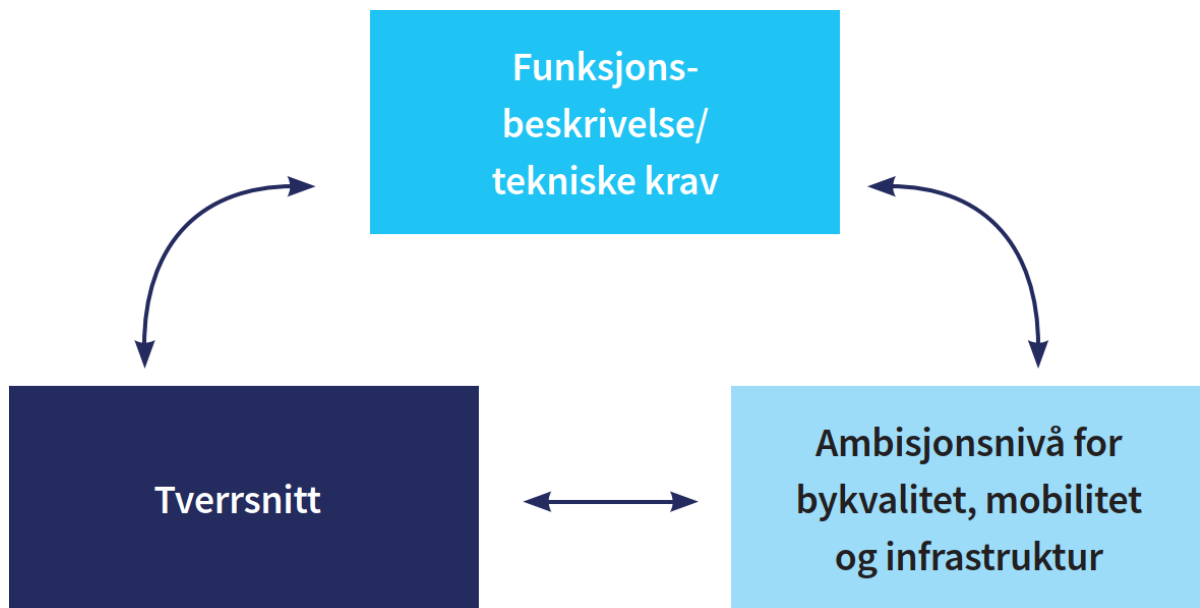
4.4 Prioritering av funksjoner og utforming

Å tilrettelegge for flomvei i vei og gate er kun en av flere funksjoner en vei kan ha. Gatenormalen for Oslo nevner følgende funksjonskategorier som gatene skal dekke [23]:

- Mobilitet: Trafikantenes behov for transport, universell utforming og trafiksikkerhet. Beredskap og renovasjon skal alltid ivaretas.
- Bykvalitet: Gatens omgivelse, vegetasjon og miljø.
- Klima: Infrastruktur for overvannshåndtering/flom, kabler/ledninger og belysning.

Funksjonene kan igjen brytes ned til tenkte delfunksjoner. For eksempel består trafikanter av ulike typer trafikantgrupper (gående, syklende, kjørende m.fl.).

Samfunnet går i en retning der det ønskes å tilrettelegges for økt bruk av sykkel, der det ønskes å etablere flere arealer med vegetasjon for å styrke byøkologien og naturmangfoldet, og der det i større grad skal tilrettelegges for at flom ikke gjør skade. I tillegg skal snøen plasseres i egnede snøopplag om vinteren. Alt dette krever plass i veitverrsnittet, og en prioritering vil være nødvendig. Dette vil det ikke være noen fasit på, men kommunen bør sette føringer for hva som anses som viktigst å sikre mot skade. Dette er tett knyttet opp mot risiko, beskrevet i kapittel 3.2. Både behovet for og kompleksiteten av utbygging av flomvei i vei og gate anses å være størst i eksisterende urbane områder da gatestrukturen allerede er etablert, og tilgang på ledig areal er mindre. Videre kan ivaretagelse av en funksjon føre til at en annen funksjon ikke får plass i veitverrsnittet og må flyttes til en annen gate. Figur 10 viser de ulike parameterne som vurderes i planleggingen, og at den ene parameteren påvirker den neste.



Figur 10: Parametere som vurderes i planlegging og prosjektering av gateinfrastrukturen (Figur: [23]).

Bergen kommunes kommunedelplan for Overvann belyser utfordringene rundt prioriteringen av ulike behov og funksjoner [13]. I Tabell 1 listes opp de ulike prioriteringene som KDPen belyser om overvannshåndtering, og som vurderes som direkte eller indirekte relevant for etablering av på flomveier i vei og gate.

Tabell 1: Oversikt over prioriteringer og avveininger mellom ulike interesser innenfor et areal, med tilhørende eksempler [13].

Prioritering og avveining	Eksempel
Avveininger over tid	Overvannsanlegg har en levetid på 100 år. Skal anlegget etableres nå, vente til behovet er der, eller vente med å etablere samtidig med annen infrastruktur?
Avveininger i rom	Overvannshåndtering krever areal, og etablering av flomveier kan føre til at omkringliggende terreng må erosjonssikres. Plass til overvann kan komme i konflikt med andre målsetninger eller behov som trenger plass.
Prioritering og avveining	Eksempel
Avveining mellom økosystemtjenester	Det kan være flere økosystemtjenester som krever ulike løsninger. Eksempler på dette kan være avveining mellom areal til grøntstruktur og habitat for ulike dyrearter og areal til frie vannspeil og vannrensing.
Avveininger mellom målsetninger	Det er mange aktører som er involvert i byplanlegging og dermed i overvannsplanlegging. Eksempler er utbyggere, kommunale etater og statlige aktører. Krav til gjennomgående kantsteinhøyde for å etablere en flomvei som kan

Prioritering og avveining	Eksempel
	komme i konflikt med krav til universell utforming. Ønske om høy utnyttelse av arealene med tanke på bygninger og gangbare arealer, kan være i konflikt med areal for håndtering av overvann, avhengig av hvor stor flom (gjentaksintervall) man ønsker eller har krav om å håndtere.
Avveining mellom lovkrav, målsettinger og ressursbruk	I plan- og bygningsloven §3-1 bokstav h) stilles det krav om at planer skal «fremme samfunnssikkerhet ved å forebygge risiko for tap av liv, skade på helse, miljø og viktig infrastruktur, materielle verdier mv.» Med økt ressursbruk kan man for eksempel oppnå attraktive blågrønne byrom, ytterligere flomsikring utover lovens minstekrav, o.l. Avveining av ressursbruk mellom minstekrav og målsettinger må gjøres «fra sak til sak.»

Artikkelen «Skybruddsfare og uklare prioriteringsprinsipper» diskuterer bl.a. rundt samfunnsøkonomiske aspekter ved bruk av midler til klimatilpasning mot skybrudd, og påpeker at det mangler tydelige svar på hvordan det skal beregnes [24]. Med det følger også en uklarhet om hvordan en skal prioritere. Det nevnes imidlertid i artikkelen at dagens regelverk indikerer at hensynet til liv og helse er viktigere enn materielle verdier, med bakgrunn i TEK17 § 7-2 og § 7-3, samt § 7-4. Videre er NVEs anbefalinger om maksimale grenseverdier for risiko for overvannsfloer strengere for areal der eldre, syke og svake menneskegrupper oppholder seg på enn annet utomhusareal for den øvrige befolkningen [5], sett av Figur 2. Dette forutsetter et større og dyrere tiltaksnivå for kategorien eldre og syke enn for den øvrige befolkningen dersom den samme eiendommen legges til grunn. Det kan derfor tolkes at hensynet til liv og helse er viktigere enn materielle verdier også i denne sammenhengen.

Dette er på linje med Oslo kommunes prioriteringsrekkefølge som, med bakgrunn i flomdirektivets prioritering av verdiene mennesker, miljø, kulturarv og økonomi, har angitt 1) liv og helse (institusjoner, kritisk infrastruktur, annet) som første prioritet [4]. Deretter kommer 2) naturmiljø og kulturminner (naturverdi, kulturminner/-miljøer, forurensning), og 3) økonomi (kollektivtrafikk, kritisk infrastruktur, annet) med synkende viktighet. Det oppfattes som uklart om prioriteringene er på både overordnet planleggingsnivå for større områder og det enkelte tiltaksnivå, men de vurderes som relevant for begge planleggingsnivåer.

Under erfaringsinnhentingen fra intervjuene med Aarhus kommune, Porsgrunn kommune og København kommune var synergieffekter et sentralt tema under planleggelse av klimatilpasningsprosjekter.

København kommune har fire prinsipper de følger når de utformer flomveier eller andre klimatilpasningstiltak som er nyttige prinsipper for å etablere flomveier i gater:

- Ikke forverre situasjonen nedstrøms/ikke flytt oversvømmelsesproblemet
- Synergi med andre anleggsprosjekter
- Fordel med andre anleggsprosjekter

Ved opparbeidelse av flomvei må det foreligge en vurdering/plan på hvor flomvannet går videre dersom det skal deler av flomveien skal etableres for eksempel i forbindelse med annen oppgradering. Ved å ha overblikk over helheten i konteksten rundt planlagt flomveistrase vil

involvering av øvrige etater og interessenter på et tidlig stadium lettere kunne skape tettere samarbeid og synergieffekter. I Tønsberg er det utarbeidet en designplan for gatene i sentrum i forbindelse med omlegging av overvannssystemet. I denne planen har de tatt for seg hvilke synergier og tiltak som skal innarbeides sammen med hovedmålet om å oppgradere overvannshåndteringen i byen.

Viktigheten av samarbeid på tvers av etater og andre interessenter har vist seg å være et viktig suksesskriterium for å få gjennomført flomsikringstiltak. Dette har vært gjentagende tema under intervjuene med Porsgrunn kommune, Aarhus og København by, dette ble også nevnt av NVE v/Rune Bratlie. Det var flere synergieffekter som ble trukket frem, blant annet økt økonomisk robusthet og dermed mulighet for å realisere prosjekter som muligens ikke hadde blitt realisert hvis etatene ikke hadde gjennomført prosjektet sammen.

Aktiv involvering av andre etater gir også bedre forutsigbarhet under planlegning, i intervjuet med Aarhus ble det trukket frem et eksempel om å identifisere behov hos andre aktører. Som f.eks. hvis det skal etableres et overvannstiltak i et område det er behov for lekeplass for så å implementere begge funksjoner innenfor samme område.

5. Fysisk tilrettelegging

5.1 Vannmengde

5.1.1 Tverrprofiler

Ved etablering av flomvei i vei- og gatetverrsnittet kan tilretteleggelse for vannmengde oppnås ved hjelp av flere tiltak. Primærtiltaket er å vurdere veiens- ellers gatens tverrsnitt, der det i hovedsak er tre ulike tverrsnitt som benyttes:

- Takfall
- V-profil / omvendt takfall
- Ensidig fall



Figur 11: Ulike tverrprofiler (Figur: [23]).

V-profil er lite anvendt i Norge, men har blitt tatt i bruk ved etablering av flomvei i gate i Porsgrunn kommune. Det er utført studier som viser at V-profil er det tverrsnittet som kan generere størst vannvolum sett i et flomvei-perspektiv. Men siden dette profilet kan medføre risiko for møtende trafikk, siden tverrfallet leder inn mot midten.

Samtidig blir flomvannet sentrert i midten av tverrsnittet, som kan medføre risiko for gående i flomsituasjon, risikoen er avhengig av maksimal dybde i tverrsnittet. Helningsgrad på tverrsnittet medvirker til hvor stor vannmengde veien kan håndtere. Ved å redusere helningsgraden i tverrsnittet fra 3% – 2% vil kapasiteten i tverrsnittet reduseres med 19% - 29%, avhengig av tverrsnittets lengde [25].

Drift:

Plassering av sluk og overvannssystem blir sentrert i midten av veibanen, dette medfører behov for tilpasning av sluk, med tanke på vinterdrift (brøyting).

Ved etablering av grøft/vadi eller plantefelt i midten av et tverrsnitt med V-profil, anbefales det å anlegge feltet med en bredde på minst 2 meter, samt ha en hastighet på maks. 50km/t for å sikre trygt arbeidsmiljø for driftspersonell.

Trafikksikkerhet:

Ved bruk av V-profil kan risiko for at møtende trafikk kjører for tett på hverandre øke.

Vann i kjørebanelen kan bli et risikoelement, det bør derfor vurderes fartsreduserende tiltak.

Kilde: Bilaga – Katalog skyfallsåtgärder
Åtgärdsplan för skyfallshantering

Takfall og **ensidig fall** er de to profilene som er mest anvendt i dagens veg- og gateutforming. V-profilet kan åpne opp for å håndtere et større volum i et flom- og overvannsperspektiv (Robel) I følge Robel sin studie som testet ut vannføringskapasiteten i de tre ulike profilene med ulik bredde på tverrsnittet, kom V-profilet best ut i undersøkelsen mens takprofilet og ensidig fall kom nest best ut i studien.

I motsetning til V-profilet som får redusert kapasitet ved å redusere tverrfallet, øker kapasiteten for profiler med takfall og ensidig fall. Ved å redusere helningsgraden fra 3% – 2% i tverrprofil med takfall vil kapasiteten øke med 30% - 49%, avhengig av tverrsnittets lengde. For ensidig fall er kapasitetsøkningen på 34% uavhengig av tverrsnittets lengde [25]

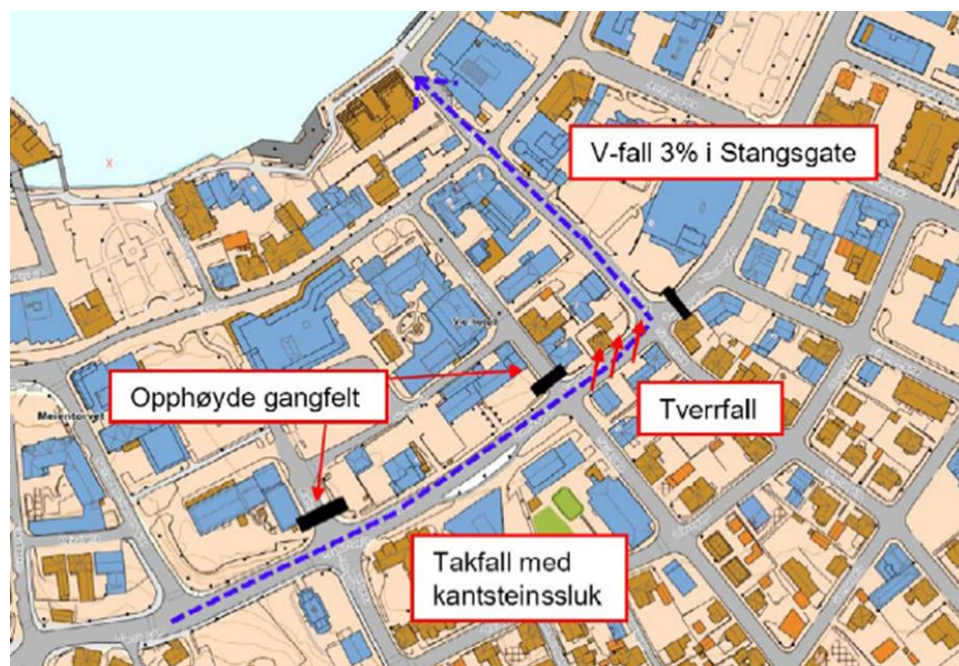
5.1.2 Eksempler på etablerte flomveier

Porsgrunn kommune

Tiltak: I Norge er V-profil utprøvd i Porsgrunn i forbindelse med tilretteleggelse for flomvei. I forbindelse med å opparbeide en flomvei i eksisterende gatenett har Porsgrunn kommune brukt de tre profilformene beskrevet over til å styre flomvannet i ønsket retning. For å sikre at flomvannet ikke tar uønskede veier, har de etablert opphøyde gangfelt i kryss. Se *Gater som flomveier - eksempler fra Porsgrunn kommune, utgitt juni 2022* for en detaljert beskrivelse av tiltaket.

Erfaringer fra planlegging og etablering: Det har vist seg at omfanget på prosjektene blir større ved endring av tverrfall på grunn av omlegging av infrastrukturen under bakken, inngrepet blir gjerne større enn antatt.

Drift: Foreløpige erfaring fra dette tiltaket viser at det ikke er noen forskjeller i å drifte dette tiltaket kontra tradisjonelle gater. Det har heller ikke utmerket seg noen utfordringer med henblikk på vinterdrift, men det ble påpekt under intervjuet med Porsgrunn kommune at det er veldig viktig å holde flomveiene åpne vinterstid og ha en god plan på hvor snø skal deponeres. Figur 12 viser oversiktskart over flomveitiltak som er utført i Porsgrunn kommune, og Figur 13 viser Stangsgate etter at veien ble utformet med V-profil.



Figur 12: Oversiktskart over etablert flomvei (Figur: [18]).



Figur 13: Omvendt takfall (Figur: [18]).

Aarhus kommune

Tiltak: I Aarhus har de gjort tiltak som å endre på veitraseer/omprofilering for lede vannet på riktig sted for å redusere skadeomfang. I et eksempel har Aarhus positiv erfaring hvor tverrprofilen ble endret med ensidig tverrfall mot yttersvingen (motsatt enn det som er tradisjon for), slik at vannet ble ledet ut i periferien. I dette tilfellet var tiltaket i tillegg positivt utover håndtering av overvannet, fordi det også ble et fartsreducerende tiltak ved eksisterende skole på grunn av ensidig tverrfall mot yttersving. Aarhus kommune skal gjøre et tilsvarende prosjekt i sentrum nå.

Andre typiske tiltak Aarhus kommune gjør er heving av kantstein, heving av vei, tiltak for å lede vannet dit det ønskes det skal gå.

Erfaringer fra planlegging og etablering: Aarhus kommune har utarbeidet en arbeidsmetode som heter Aarhusmetoden. Denne metoden beskriver arbeidsprosessen for hvordan de går frem for å gjøre Aarhus til en klimatilpasset by. De brukes kost-nytte analyse for å vurdere om det lønner seg å etablere tiltak kontra å dekke kostnad av skade ved hver enkelt case.

Under intervjuet med Aarhus kommune delte de erfaringer om utfordringer de hadde møtt på under planlegging og etablering. Som f.eks. utfordringer med å heve kantstein, som da gjør det utfordrende å legge til rette for universelt utformede løsninger. Det har oppstått konflikt med bilister på grunn av utforming av innkjøringer.

Omprofilering av veier er en kostnadsdrivende jobb og det blir ofte en mer omfattende jobb enn det som man anslår under prosjektering.

Drift: Ingen ting å bemerke.

Andre eksempler på flomveier



Vei med V-profil, funksjon som flomvei.

Figur 14: V-profil, Sagverksgatan, Karlstad (Figur: [26]).



Nedsenket sykkelvei, funksjon som flomvei.

Figur 15: Nedsenket sykkelvei, Passeig de sant joan, Barcelona (Figur: [26]).

5.1.3 Kantstein

Ved utforming av vei og gater kan kantstein brukes for å skille ulike trafikkgrupper, ved holdeplasser for kollektivtransport, tilslutning rundt plantefelt eller andre rabatter. Kantstein kan også for eksempel fungere som ledelinje og gi orienterbarhet for personer med nedsatt syn og være til hinder for personer med nedsatt bevegelsesevne (Gatenormalen). Kantsteinens vishøyde må vurderes opp mot den teoretiske kapasiteten vegen som flomvei skal ha [27].

Gjennom erfaringsinnhenting fra Porsgrunn kommune og Aarhus kommune, ble tilretteleggelsene for flomveiene utført i gatens kjørebane. Kantsteinene som skiller de ulike trafikantgruppene fra hverandre blir derfor et virkemiddel for hvor mye kapasitet en flomvei kan håndtere og som virkemiddel for å styre flomvann i ønsket retning. I Gatenormalen til Oslo kommune varierer kravet til vishøyde på kantstein ut ifra hvilke gate-kategorier som skal utformes. Vishøyden varierer fra 6 cm til 13 cm generelt. For holdeplasser for kollektivtransport er det egne krav, hvor det er 18 cm vishøyde kantstein for buss og 30 cm vishøyde kantstein for trikk. For kollektivtransport har Statens vegvesens håndbok N100 samme krav. I forbindelse med tilretteleggelse for syklende, er det egne føringer for tilretteleggelse basert på flere vurderingskriterier.

I Statens vegvesen sin håndbok N100 stilles krav til vishøyde på kantstein mellom fortau og kjørebane basert på fartsgrense og setter minimumskrav fra 12 – 10 cm.

Brann og redningsmannskapene i Oslo har i sin veileder for tilretteleggelse av beredskap et makskrav på 15 cm vishøyde på kantstein for å sikre tilkomst. Krav fra brann- og redningsetater ellers i landet må avklares.

Studien til Robel viser at effekten ved å øke vishøyde på kantstein fra 10 cm til 13 cm er positivt for kapasiteten til samtlige tverrsnitt. Tverrsnittene takfall og ensidig fall vil ha mest effekt ved økt vishøyde.

Tabellen under viser prosentvis økning i kapasitet i tverrsnittene ved økning av vishøyde på kantstein fra 10 cm til 13 cm.

Veibredde	Takfall	Ensidig fall	V-profil
5,5 meter	96%	137,5%	37%
6 meter	104 %	137,5 %	36%
10 meter	54 %	137,5 %	30%

Andre kapasitetsøkende tiltak:

Veier og gater som tilrettelegges for flomveier kan suppleres med kapasitetsøkende tiltak som:

- Skyfallsrenne med rist
- Grøfter og vadier
- Nedsenket flomareal
- Åpne kanaler
- Skyfallstunnel

Supplerende tiltak kan også være en del av overvannshåndteringen i trinn 1 og 2 i treleddsstrategien samt bidra til å øke kapasiteten for flomveien i samspill med veiens tverrprofil.

Skyfallsrenne med rist og åpne kanaler:

Skyfallsrenne med rist og åpne kanaler har et urbant uttrykk og kan være utformet i materialer som betong, støpjern eller stein. Tiltakene kan brukes i sammenheng med trinn 1 og 2 i treleddsstrategien og som et kapasitetsøkende tiltak under trinn 3.

Skyfallsrenner med rist og åpne kanaler kan utformes med varierende dybde og bredde.

Åpne kanaler kan medføre risiko for fall- og snubleskader, og vil kunne være attraktivt for barn.

Åpne kanaler kan fremstå som en barriere med henblikk på tilgjengelighet.

Godt integrerte kanaler kan bli et visuelt element i gatebildet.

Ristene til skyfallsrenner kan medføre risiko for gående og syklende under regnvær eller frost, da ristene kan bli glatte.

Ristene kan også bli utsatt for slitasje dersom de er eksponert for mye tungtrafikk.

Skyfallsrenner og åpne kanaler er utsatt for oppsamling av løv og søppel og vil ha behov for regelmessig drift. Det anbefales å rengjøre renner/kanaler minst en gang i året, helst i mai. For at rennene/kanalene skal ha optimal kapasitet, bør det være tørrlagte utenom nedbørshendelser.

(Kilde)Bilaga – Katalog skyfallsåtgärder Åtgärdsplan för skyfallshantering

Grøfter og vadi:

Grøfter og vadier har et naturbasert preg og kan være tilsådd med gress, stauder, annen urteaktig vegetasjon eller plastret med stein.

Vegetasjonskledde grøfter og vadier har en rensende effekt på overvann.

Grøfter/vadier kan utformes med varierende dybde og bredde avhengig av hvor stort areal som er disponibelt, som vil være utslagsgivende for hvor stor kapasitet grøften/vadien kan ha.

(Kilde) Bilaga – Katalog skyfallsåtgärder Åtgärdsplan för skyfallshantering

Vegetasjonskledde grøfter/vadier kan bidra til å løfte den estetiske kvaliteten i vei- og gatemiljøet, som Bjørnstjerne Bjørnsonsgate i Drammen er et eksempel på.

Erosjon i vegetasjonskledde grøfter er en risiko ved høy vannhastighet. Dype renner kan medføre risiko for fallskader og drukningsrisiko ved større nedbørshendelser.

Nedsenket flomareal:

Nedsenket flomareal brukes til fordrøyning av flom/overvann og kan kombineres med trinn 1 og 2 i treleddstrategien.

Nedsenket flomareal kan utformes med harde slitedekker, med vegetasjon eller en kombinasjon. Nedsenkede flomarealer har stort potensial for å brukes til multifunksjonelle formål som f.eks. til lek og rekreasjon. Nedsenkede flomarealer er et arealkrevende tiltak og vil medføre at andre funksjoner i gatebildet må om- eller bortprioriteres.

Ved flom og større regnskyll vil flomarealet kunne medføre en sikkerhetsrisiko. Og ved etablering av nedsenkede flomarealer i eksisterende gater, kan tiltaket komme i konflikt med rør og kabler under bakken. (Fördjupning av typlösningar för skyfallsanläggningar)

Skyfallstunnel:

Skyfallstunnel er en underjordisk tunnel for håndtering av større mengder flomvann, som først og fremst anvendes i urban kontekst, hvor det er knapphet på areal og hvor konsekvensene er store ved en flomsituasjon. Etablering av skyfallstunnel er svært kostnadsdrivende.

Skyfallstunnel kan brukes til transport og magasinering av vann og kan brukes som et kombinert system med håndtering av spill- og overvann.

Skyfallstunneler kan ligge dypt eller grunt i grunnen, der hvor skyfallstunneler som ligger grunt skal f.eks. krysse vei, kan mindre tunneler legges i bredden for å fortsatt gjøre veien tilgjengelig som vist i bildet under (Irish crossing).

(Kilde) Bilaga – Katalog skyfallsåtgärder Åtgärdsplan för skyfallshantering





Figur 16: Styring av vannet ved hjelp av kantstein (Figur: [26]).



Figur 17: Styring av vannet ved hjelp av kantstein (Figur: [26]).

5.1.4 Etablering av flomveier og hensyn til brukere av gaten

Av funnene i litteraturstudien finnes det flere måter og virkemidler for å tilrettelegge for flomveier i gater. Hvor kraftige tiltak som må iverksettes for å oppnå et tilfredsstillende resultat vil avhenge av flere faktorer og vil variere for hvert prosjekt.

Kantsteiner er en viktig faktor for å lede flomvann i ønsket retning, men den skal også ha som funksjon å skille ulike trafikantgrupper. Ved planlegning av flomveier er det viktig å være oppmerksom på de syklende med henblikk på vishøyden på kantstein dersom vishøyden blir høyere enn det som er beskrevet i normen. Tilsvarende er hensynet for tilretteleggelse for gode universelt utformede løsninger, som også kan komme i konflikt med tiltak for å legge til rette for flomveier. Andre hensyn som også må vurderes er utkjøringer i tilknytning til gater som skal fungere som flomvei, her kan det forekomme interessekonflikter med grunneiere. En annen faktor som må ivaretas av hensyn til universell utforming er tverrfallet i gangsoner som skal ha et maksimalt tverrfall på 2%. Dette kan medføre til begrensninger av flomveiens kapasitet.

Andre elementer som kan medføre risiko i trafikken er f.eks. rister hvor over- og flomvann renner ned. Her er det delt erfaringer fra Rambøll i Danmark at syklister kan risikere å kile fast sykkelhjulet i risten og bli utsatt for velt i en trafikkert situasjon.



Figur 18: Rister over åpen kanal (Figur: [26]).

Godt visuelt og estetisk uttrykk er viktig i utforming av gater, for å lette lesbarheten av omgivelsene og skape tydelig romfordeling og fremkommelighet i bybildet. Dette kan også bidra til å skape en trygghetsfølelse for brukerne. Gjennom en tydelig gateutforming letter dette fremkommeligheten for svaksynte og det skal f.eks. etterstrebes å implementere naturlige ledelinjer i gateutformingen. Det er derfor viktig at eventuelle nye elementer som implementeres for å legge til rette for en flomvei harmonerer med det visuelle uttrykket for å ikke forstyrre uttrykket unødige.

5.2 Vannets retning

Styring av overvannet gjøres for å sikre at overvannet transporteres til ønsket sted for å unngå skade, og vil i de fleste tilfeller styres til et overvannstiltak eller til en resipient (elv, fjord, sjø m.fl.) direkte eller via et renseanlegg. Overordnet kan styringselementet deles mellom å være på overflaten eller som en teknisk innretning (for eksempel vha. sluk/rør).

Gatenormal for Oslo fremhever tverrfall, kantstein, grøfter, grøntstruktur, fartshumper og lignende overflateobjekter som elementer en flomvei kan utformes ved hjelp av [23]. Avhengig av blant annet flomvannsmengder, topografi, hastighet på vannstrømmen og ønsket retningsforandring kan det være aktuelt med ytterligere tiltak for å kunne styre overvannet i en flomsituasjon. Dette kan kreve at hastigheten på overvannet i flomveien reduseres ved hjelp av energidreperiltak. Eksempler på generelle energidreperiltak kan være frie vannspeil eller overflatebaserte fordrøyningsløsninger (tørre eller våte), vannstandssprang, terskler eller spesielle elementer og konstruksjoner som skaper turbulens eller bryter opp vannstrømmen. Mange av disse elementene vil imidlertid være utfordrende å etablere i veitverrsnittet, og må etableres i veiens tilliggende arealer.

Fleksibiliteten til å etablere fysiske energidreperiltak i veitverrsnittet anses å avhenge av blant annet type gate og ønsket innhold. For alminnelige veier med definerte kjørefelt vil det trolig ikke la seg gjøre å plassere elementer for å redusere vannhastigheten i vei- og gatetverrsnittet. Flexibiliteten vurderes imidlertid til å være større i gatetun eller «shared space» der arealet deles mellom ulike trafikkantgrupper, og der den fastmonterte møbleringen kan utformes og inngå som energidreperiltak.

Porsgrunn kommune har de siste årene jobbet målrettet for å etablere flere overvannstiltak for å styre og håndtere flom i vei og gate. Blant annet er det blitt utbedring av kantstein (Figur 19), etablering av fartshumper og utbedring av veiens tverrprofil/omprofilering av vei sett av [18].



Figur 19: Henholdsvis før og etter tiltak. Det er blitt etablert nytt fortau med høy kantstein, i tillegg utjevning av veien nedstrøms med bl.a. fjerning av opphøyet gangfelt (Foto: Google, bearbeidet av Porsgrunn kommune).

I Roskilde i Danmark er det for eksempel etablert en «vannbenk» for å hindre vannet fra å gå inn til huset i bakkant [28], sett av Figur 20. Vannbenken bremser opp vannet slik at vannet fordeles utover i rennen i forkant av benken.



Figur 20: Vannbank for styring av vannet i Roskilde, Danmark (Foto: [28]).

I enkelte tilfeller kan det være nødvendig å etablere fordrøyningsløsninger på terreng som flomveien dirigeres til. Overflatebassenget vil fungere som energidreperiltak, og utløpet vil kunne plasseres der det er mest hensiktsmessig avhengig av ønsket styringsretning. Et overflatebasseng vil nødvendigvis måtte etableres i vegens tilliggende arealer, som for eksempel i en park.

Alternativt kan vannet styres ved hjelp av oppsamling av overvann i sluk/linjedren og røranlegg. I samtalen med Københavns kommune ble det påpekt at dette var tilfellet i skybruddsprosjektet «Skoleholdervej og Degnestavnens Legeplads». Fra start av var det en forventning om at skybruddsvannet kunne bli ledet på overflaten langs Skoleholdervej til Degnestavnens Legeplads [29], sett av Figur 21. Dette var ikke gjennomførbart, og prosjekteringen viste at veiarealer ikke kunne tilstrekkelig tilpasses slik at vannet utelukkende kunne transporteres på overflaten til Degnestavnens Legeplads [30]. Dette var på grunn av store vannmengder, stort fall og høye vannhastigheter i Skoleholdervej, og løsningen endte med en kombinasjon av transport av vann på overflaten og oppsamling i linjedren i Skoleholdervej [29].



Figur 21: Transportretning av skybruddsvannet til fordrøiningstiltaket i Degnestavnens Legeplads (Foto: Google, bearbejdet av Rambøll).

Om vinteren er det flere forhold som må ivaretas med tanke på styring av overvannet. Ved islagte veier og tilliggende arealer, frossen bakke, rask avrenning og gjensnødde sluk vil overvannet, selv med mindre regn som på sommeren ikke blir ansett som problematisk, kunne utgjøre en risiko for skade. Dette understreker nødvendigheten av planlagte flomveier som forblir slik de er planlagt. Dette stiller blant annet krav til driftsrutinene til brøytemannskapet som må være klar over hvor brøytekanter kan utgjøre en risiko, da brøytekanter kan endre flomveiens retning. I samtalen med Porsgrunn kommune ble det nevnt at noen av brøyterutinene er endret som følge deres arbeid med flomveier.

Litteraturstudien viser at de fleste tiltak for å etablere flomvei i vei- og gater utføres i forbindelse med vishøyde på kantstein og i tverrprofilen. Som eksempel kom det frem i intervjuene med Aarhus- og Porsgrunn kommune at de la til rette for å gjøre minst mulig inngrep for mest mulig effekt. I noen sammenhenger vil det være behov for mer omfattende grep, og da har det blitt henvist til forhøyde kantsteiner, murer og vannbenker (se Figur 20).

5.2.1 Kryss

Gøteborg kommune utarbeidet rapporten *Fördjupning av typlösningar för skyfallsanläggningar i 2020* som blant annet beskriver ulike tiltak for å lede flomvann forbi eller gjennom kryss [31]. De ulike løsningene presenteres under.

Forhøyd vei / fartshump

Tiltaket innebærer en forhøyd vei / fartshump i en eller flere av veikryssets armer, eller ved innkjøring til en eiendom.

Spesielle hensyn:

- Tiltaket krever ikke spesielle driftsmessige tiltak utover vanlig driftsvedlikehold for gater.
- For å sikre retningsstyring av vannet er det viktig at tiltaket kobles til nærliggende fortauskant eller terreng.



Figur 22: Opphøyd veg som styrende element (Figur: [26]).

- Fartsdempende tiltak kan kun benyttes på veier med fartsgrense på 50 km/t eller mindre.

Omvendt fartshump / fartsdump

Tiltaket innebærer en nedsenket seksjon i veien. Omvendt fartshump benyttes til å lede vannet gjennom et kryss ved å senke den ene veien, eller som avskjærende funksjon for å lede overvann ut i kjørebanelens sidearealer (f.eks. regnbed). Som et alternativ til å senke veien gjennom et kryss, vil også omprofilering av veien til V-profil ha noe av den samme effekten ved at vannet holdes i veibanen og ikke ledes inn ved innkjøringer.

Spesielle hensyn:

- Løsningen er ikke en standardløsning, og veieier må trolig særskilt gi aksept for løsningen.
- Det kan være vanskelig å etablere løsningen på sterkt trafikkerte veier.
- Fartsdempende tiltak kan kun benyttes på veier med fartsgrense på 50 km/t eller mindre.
- Påse at løsningen ikke hindrer fremkommelighet for blålysetater ved store vanndybder for veier som er sentrale for adkomst. Bruk av gitter eller rist kan kompensere for dette.
- Det er viktig å ta hensyn til utforming av utløpet.



Figur 23: Omvendt fartshump / fartsdump (Figur:)



Figur 24: Omvendt fartshump / fartsdump (Figur: [32]).

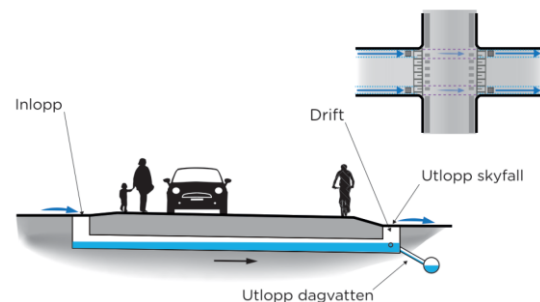
Forhøyd kryss med flomveistunnel

Tiltaket innebærer et forhøyd kryss med flomveistunnel for transport av flomvann. Løsningen benyttes der hvor det er plassmangel eller hvor det er vanskelig for å få lagt fallet på terrenget i ønsket retning gjennom krysset.

Spesielle hensyn:

- Det vil samles løv og søppel i flomveistunnelen og det vil være

Skyfallstunnel i opphøyd vägkorsning



behov for jevnlig renhold av tunnel. Det må påberegnes at trafikken må stenges under vedlikehold.

- Tunnelen kan enten være koblet til en pumpeløsning eller overvannsledning for å være i stand til å tømme ledningen. Eventuelt kan den etableres som en dykkerledning med stående vann.
- Tunnelen kan komme i konflikt med annen infrastruktur i grunnen.
- Inn- og utløp vil kreve en eller flere kummer og sluk for å håndtere vannmengdene.
- Det bør være tilstrekkelig høydeforskjell mellom innløp og utløp, og avhenger av vannmengdene.

Figur 25: Flomveistunnel ved kryssende vei (Figur: [31]).

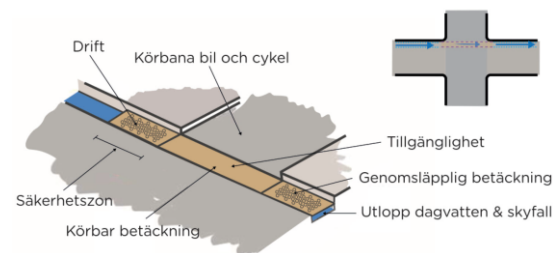
Renne ved kryssninger

Tiltaket innebærer en renne ved kryssende veier for transport av flomvann, og kan bli dekket av en type rist eller et tett dekke (asfalt, betong, metall osv.). I en flomsituasjon vil rennen være en del av en helhetlig løsning. Løsningen passer i urbant miljø og kan kombineres med åpne kanaler eller skybruddsrenner med rist.

Spesielle hensyn:

- Passer best i områder med lav hastighet.
- For å hindre oppsamling av søppel og hindre stående vann bør den legges med tilstrekkelig fall. Ristdekker krever vedlikehold for å forhindre tilstopping av spaltene. På vintertid kan spaltene tettes av snø og is.
- Det må påberegnes at trafikken må stenges under vedlikehold.
- Avhengig av plassering og type dekke (hvis det er dekke) kan det være fare for snubling. Rullestolbrukere kan sette hjulet fast i ristelementer.
- Dekket utsettes for slitasje primært fra kjøretøy. Ved bruk av rist som er montert til rennen kan dette føre til sideveis forskyvning og i verste fall ødeleggelse av risten.
- Løsningen kan føre til økt støy ved

Ränna i vägkorsning



Figur 26: Renne ved kryssninger (Figur: [31]).

overkjøringer, spesielt ved bruk av rist.

- Det kan være utfordrende å tilpasse løsningen for tyngre trafikk, større veier og veier med høy hastighet.
- Ved bruk av rist kan plogbladet sette seg fast. En løsning kan være å legge et lag med asfalt over rennen.

5.2.2 Rundkjøringer

I et samarbeidsprosjekt i regi av Hamar kommune og Innlandet fylkeskommune ble det sett på ulike prinsipløsninger for utforming av rundkjøringer for å håndtere flomvann i vei [33]. Arbeidet ble initiert etter at bacheloroppgaven «Flomveger og flomplanlegging i Hamar» identifiserte at rundkjøringer kunne føre til styring av flomvannet i en uønsket retning. Rapporten tar for seg syv ulike prinsipløsninger. Disse er, med bakgrunn i en konkret rundkjøring i Hamar-området, blitt modellert opp i Novapoint og videre simulert i HEC-RAS for videre analyse av flomutbredelse. Prinsipløsningene er oppsummert i Tabell 2, der tekst og figurer er hentet fra [33].

Tabell 2: Oversikt over prinsipløsningene med ulemper og fordeler (Figurer og tekst: [33]).

Forslag 1 – Flomvei gjennom sentraløy

Rundkjøringen etableres med fall mot midten, slik at vannet ledes mot midten og gjennom rundkjøringen.



Fordeler

- Bred flomvei med god kapasitet
- Driftsvennlig
- Endret fall i rundkjøring vil trolig ikke medføre ulemper vinterstid.
- Robust ved hyppige nedbørshendelser siden kanalen blir oftere utsatt for flom enn vegbanen.

Ulemper

- I byområder er det ofte infrastruktur i sentraløya i form av lysmaster og eventuelt vann- og avløpskummer.
- Det må etableres negativt takfall nedstrøms deleøy for å kanalisere vannet til flomvegen i sentraløya.
- Sikring mot å få trafikanter inn i kanalen.
- Deleøy oppstrøms rundkjøring vil lede vannet utenom kanal. (Splitter vannstrømmen).
- Rundkjøringen bør utformes annerledes enn vanlige rundkjøringer for å gjøre trafikantene oppmerksom på at rundkjøringen ikke er «som vanlig».

Forslag 2 – justering av tverrfall

Forslaget innebærer å lede vannet ved å justere tverrfallet på kjørebanelen i rundkjøringen. Og at en kan vurdere muligheten for å etablere midlertidige løsninger for å styre vannet.

Fordeler

- Midlertidige barrierer er rimelig i innkjøp



Ulemper

- Barrierer må lagres og eventuelt kjøres på plass.
- Krever fysisk tiltak fra driftsentreprenør.
- Krever en beredskapsløsning.
- Justering av tverrfall kan bli kostbart.
- Vegen blir fysisk stengt.

Forslag 3 – flomveg i gang og sykkelveg

Prosjektet konkluderte med at løsningen er en lite sannsynlig løsning og at løsningen av den grunn ble forkastet.

Fordeler

- Ved å utnytte gang- og sykkelvegen vil man kunne øke kapasiteten på flomvegen.



Ulemper

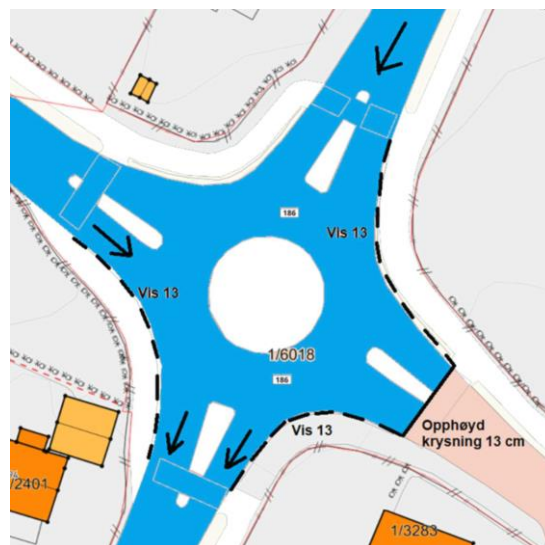
- Som regel er gang- og sykkelveger tett knyttet opp til rundkjøringen.
- Plasskrevende – rundkjøringer er vanligvis urbane veg elementer. Som regel er det begrenset med plass rundt rundkjøringen til å anlegge gang- og sykkelveger som ledd i flomvannshåndtering.
- Ved å kun ha flomveg i gang- og sykkelvegen så vil denne ha mindre kapasitet enn kjørevegen.

Forslag 4 – Opphøyde krysningpunkter

I de armene som ikke ønskes at skal oversvømmes kan høydejusteringer foretas. Et lengdefall ut av armen må kompenseres for med nødvendig høyde på den opphøyde krysningen. Sandfang må vurderes for å hindre stående vann ved krysning.

Fordeler

- Relativt enkelt tiltak.



Ulemper

- Opphøyd krysningpunkt.
- Opphøyd krysningpunkt oppstrøms rundkjøring kan lede flomvann på ville veger, da må det inn tiltak for å lede flomvann sikkert forbi opphøyd krysningpunkt.
- Mulig man må etablere sluk for å forhindre stående vann.

Forslag 5 – Hevede sidearmer – standard sentraløy

Forslag 5 er minner om forslag 4, men i stedet for opphøyd krysningpunkt, hever man i stedet armene man ikke ønsker som flomvei.

Fordeler

- Robust tiltak.

Ulemper

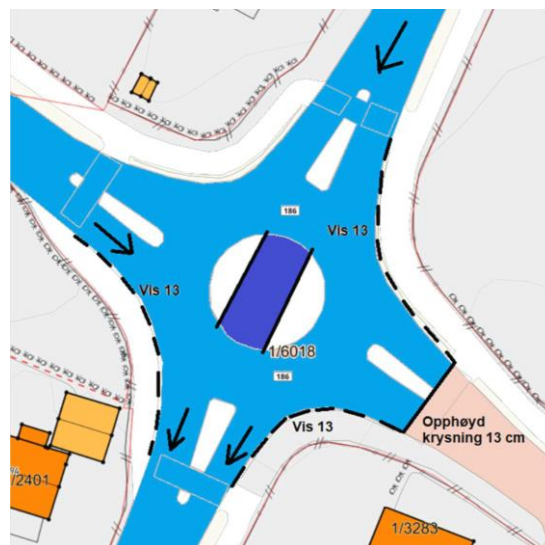
- Kostnader med heving av armen, samt følgekostnader for sideterreng. Dette kan medføre betydelige kostnader hvis det er tilstøtende opparbeidede eiendommer.

Forslag 6 – hevede sidearmer, flomveg gjennom senter

Forslag 6 er en kombinasjon av forslag 1 og 4, og vil med det ha en høy kapasitet.

Fordeler

- Løsning som gir god kapasitet gjennom rundkjøringen.



Ulemper

- Sentraløya må bygges om, dette kan bli en betydelig kostnad.
- Etablere opphøyde krysningspunkter.

Forslag 7 – hybrid løsning

Forslag 7 består av flomvei gjennom rundkjøring, opphøyd krysningspunkt i tillegg til 40 cm kantstein mellom eiendommer og fortau.

Figur 27 og Figur 28 viser et eksempel fra Smørslottsgatan i Gøteborg der rundkjøringen er utnyttet til oversvømmelsesformål ved skybrudd [26]. Figurene viser ikke flomvei spesifikt, men belyser mulighetsrommet som finnes i rundkjøringer.



Figur 27: Fordrøyning i rundkjøring i Smørslottsgatan, Gøteborg (Foto: Rambøll).



Figur 28: Fordrøyning i rundkjøring i Smørslottsgatan, Gøteborg (Foto: Rambøll).

5.3 Vannets hastighet

Forståelse for vannets hastighet i urbane trygge flomveier er interessant da hastigheten kan påvirke risikonivået (DV-tallet) og skadeomfanget på bygg og infrastruktur samt sette premisser for det planlagte flomveitiltaket som teknisk oppbygging av veien, møblering og innhold i veiarealet.

Det er generelt funnet lite spesifikt om oppbygging av veier som flomveier i dokumentgjennomgangen. I intervjuet med Porsgrunn kommune og Aarhus kommune ble det blant annet nevnt at de benytter samme vegoppbygging som tradisjonelle veier. De neste kapitlene viser imidlertid at ved bruk av tradisjonelle materialer potensielt kan møte de problemstillingene som oppstår ved flom i vei.

5.3.1 Erosjon og teknisk oppbygging

I rapporten «Veg og gate som flomveg i tettbygde områder» utarbeidet av Rambøll for Vegdirektoratet blir det nevnt at erosjon av veier har en tett sammenheng med vann og dets evne til å svekke veiens bæreevne ved å trenge inn i vannømfintlige materialer [27]. I en normalsituasjon vil veiens dreneringssystemer (sandfang, sluk, lukkede eller åpne grøfter mm.) normalt sett kunne håndtere avrenningen, men i en flomsituasjon vil disse ha liten effekt.

[27] nevner også at påvirkningen av vann på veidekket kan ha en nedbrytende effekt mellom bindemiddel og steinmaterialet, men at en antar at ordinær nedbør over tid har større effekt enn om dekket periodevis blir stående under vann. I rapporten «Ekstremnedbør Oslo - Skadedata og kostnader» utarbeidet av Rambøll for Oslo kommune ved Klimaetaten nevnes det at et asfaltdekke av med god kvalitet i utgangspunktet vil være motstandsdyktig for meget høye vannhastigheter gitt at det ikke får skader under flomhendelsen [34]. Som terskelverdi for erosjonsskade ble det for «andre typer flater» herunder asfalt benyttet vannhastigheten 2 m/s. Tabell 3, hentet fra rapporten «Overvannshåndtering og drenering for veg og jernbane», oppgir også høye verdier for kritiske hastigheter for asfalt (3–6 m/s) [35]. Samme rapport oppgir videre at det erfaringsmessig er grøftene som utgjør den svakeste delen av vegen under intens nedbør, og at det er i grøftene de mest omfattende erosjonsskadene har blitt initiert. Det er derfor rimelig å anta at asfalt som et jevnt dekke vil være motstandsdyktig mot erosjon knyttet til høye vannhastigheter. Årsaker til erosjon kan derfor være (listen er ikke uttømmende):

- Vanngjennomstrømning gjennom vegoppbyggingen som vasker ut finstoff eller selve overbyggingen, som reduserer bæreevnen og stabiliteten til vegen.
- Erosjon fra grøft eller vegskulder og inn i vegoppbyggingen.
- Erosjon av asfaltdekker der vannet får «tak» i eksisterende sprekker, riss, groper eller overganger mellom asfalt og annen flate eller objekt.

Tabell 3: Karakteristiske verdier for Mannings tall og kritisk vannhastighet for å unngå erosjon for utvalgte typer av grøfter og nedføringsrenner [35].

	Steinstørrelse (mm)	Mannings tall M	Kritisk hastighet (m/s)
Grøfter			
Skogbunn	-	5 – 10	3 – 4
Tett gress	-	10 – 20	1,5 – 2,5
Gresskledd jord	-	25 – 30	0,5 – 1,2
Leirig jord	0,1	30 – 50	0,5 – 0,8
Finsand, silt	0,1 – 1,0	40 – 50	0,3 – 0,5
Sand-grus	1,0 – 10	30 – 40	1,0 – 1,2
Grus, småstein	10 – 30	20 – 30	1,2 – 1,5
Bekker og elver			
Lite utviklet erosjonshud	10 – 30	20 – 30	1,2 – 1,5
Steinete	>30	10 – 22	1,5 – 2,5
Steinsatt, grov struktur	>200	5 – 15	3,0 – 5,0
Spesielle tiltak			
Asfalt, betong	-	60 – 80	3,0 – 6,0
Erosjonssikret og økt ruhet med trappeavsatser og steinkledning	>300	2 – 10	5 – 8

En sentral problemstilling som var gjennomgående i Rambølls prosjekt for Vegdirektoratet var utvasking av finstoffet som blant annet er i mekanisk stabilisert bærelag og i vegskuldre. Finstoffet bidrar blant annet til å bedre og opprettholde vegens stabilitet og bæreevne. I tillegg er den en gunstig masse å asfaltere på. For å imøtekomme denne problemstillingen foreslås det løsninger som reduserer finstoffandelen i vegens oppbygging og som i den grad det går, forebygger vanngjennomstrømning. En fordel med de foreslåtte løsningene er at det benyttes tradisjonelle materialer. På grunn av at materialene allerede er på markedet i tillegg til at de er mindre vannømfintlige, gjør dette løsningene både økonomisk og teknisk gunstige. Den foreslåtte vegoppbyggingen kan oppsummeres med punktene under der teksten er hentet fra rapporten og tilpasset ved behov. Figur 29 illustrerer punktene.

Skråningshelning, forkiling og forsegling

- En veg som også skal kunne benyttes som flomveg vil være ekstra utsatt for vanninntrengning og bør derfor bygges opp av så lite vannømfintlige materialer som mulig. Å benytte masser som med redusert innhold av finstoff bør tilstrebes.
- I en flomsituasjon må en regne med at hele vegkonstruksjonen ligger under vann med tilsvarende svekket bæreevne i denne tiden. Normalt vil forsterkningslag og bærelag legges ut med skråning 1:1,5 når vegen ligger i skjæring. Ved å legge ut vegoverbygningen noe slakkere, f.eks. 1:2 vil dette bidra til en mer robust konstruksjon som bedre tar opp de kreftene som påvirker vegen, spesielt når denne ligger under vann (se forslag til normalprofil).
- Som forkiling av forsterkningslaget kan frest asfalt benyttes fremfor knust fjell for å redusere mengden finstoff ytterligere. Frest asfalt kan også benyttes til å dekke vegens skuldre med.
- Vegens sideareal vil i en flomsituasjon kunne bli utsatt for vannets evne til å grave. Ved tilbakefylling mot vegkroppen kan det være formålstjenlig å velge en masse som ikke er like utsatt for erosjon, noe ordinære gravemasser fra vegutgravingen ofte er. Normalt benyttes slike masser som tilbakefylling mot vegkroppen, men i forslag til normalprofil er denne sonen vist anlagt med sprengtstein

Dekke

- Høyere bindemiddelinhold i asfalten kan vurderes i dekket der en anser at store vannmengder og -hastigheter fører til merkbar nedbrytende effekt av selve dekket.

Forsterkningslag

- På samme måte som under teleløsningen kan flom føre til høyt vanninnhold i bære- og forsterkningslag. Vannet gir redusert kontakt mellom korn og dermed redusert skjærstyrke. Det vil være fordelaktig med tette flater som hindrer vanninntrenging. Dette kan også tale til fordel for bitumenstabiliserte bærelag (eksempelvis Ag, asfalt-grus).

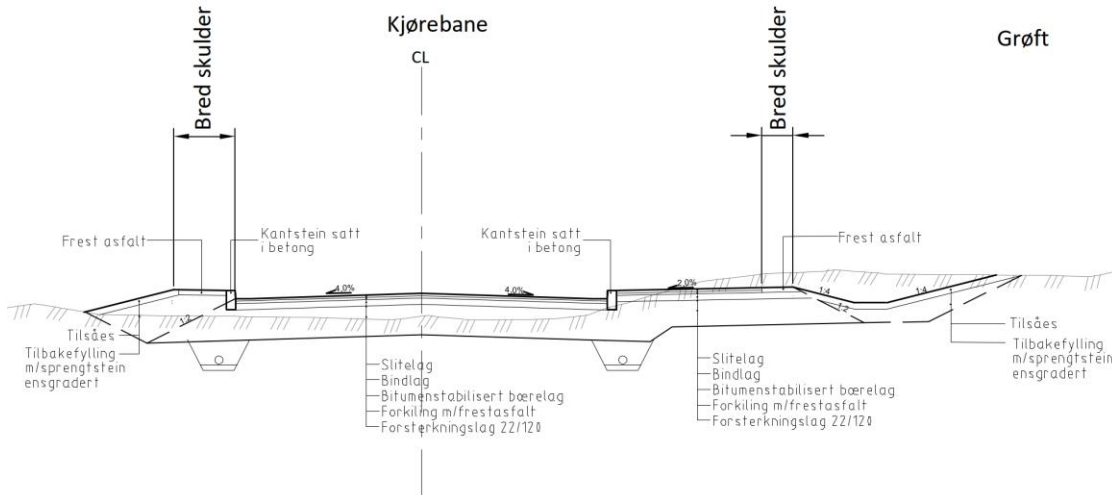
Geometrisk utforming

- Enkelte kommuner angir i sitt prosjekteringsunderlag at kantstein skal anlegges på et fundament av settesand med bak- og fremstøp av betong. Som nevnt over bør en unngå å benytte vannømfintlige masser i veg som en regner med kan bli stående under vann. Det er derfor å foretrekke at kantsteinen settes på et fundament av betong.
- Avkjørsler skal anlegges med nedsenket kantstein. Det er viktig at en også ser på plassering av avkjørsler i sammenheng med vegens funksjon som flomveg, eksempelvis bør en unngå å anlegge avkjørsler i vegens lavbrekk.

En mulig løsning som ikke er blitt nevnt i [27], men som er blitt diskutert som en del av dette prosjektet er bruk av spesiallaget kantstein med fals slik asfalten «forankres» i kantstein og forhindrer vannet i å gå ned i veioverbygningen.

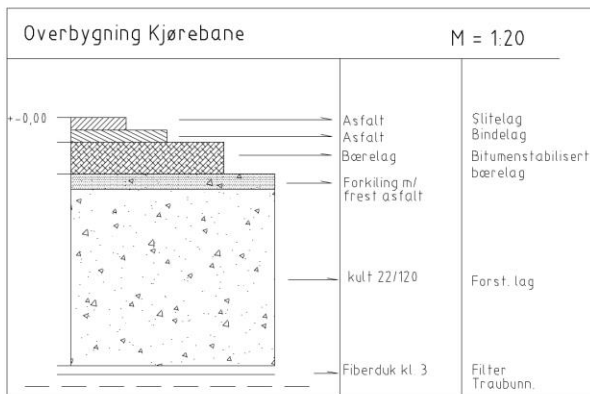
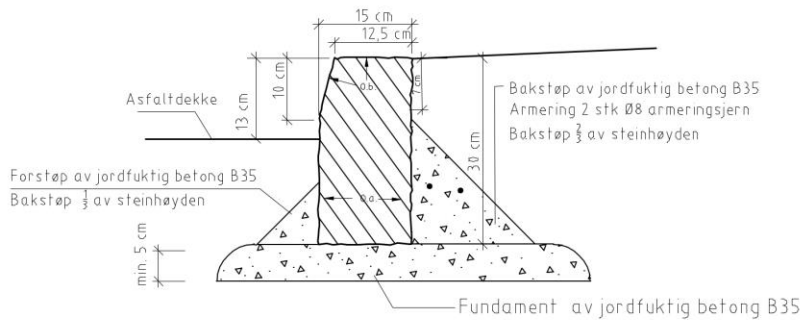
Normalprofil flomveg

M = 1:100



KANTSTEIN LANGS KJØREBANE VIS=13 CM

M=1:10



Figur 29: Forslag til teknisk oppbygning av flomvei i vei og gate (Figur: [27]).

I 2017 ble det utført en studie av University of Minnesota og Minnesotas veimyndigheter med tittelen «Design Considerations for Embankment Protection During Road Overtopping Events». Studien undersøkte bruken av tre ulike typer matter for å styrke jordlagene for å beskytte grøfter og skråninger langs veier mot flom, som et alternativ til steinbeskyttelse mot erosjon. De tre løsningene inkluderte 1) geogitter over vegetasjonsdekke, 2) torvforsterkede matter med fiberarmerte matter under og 3) fleksible betong-geogitter.

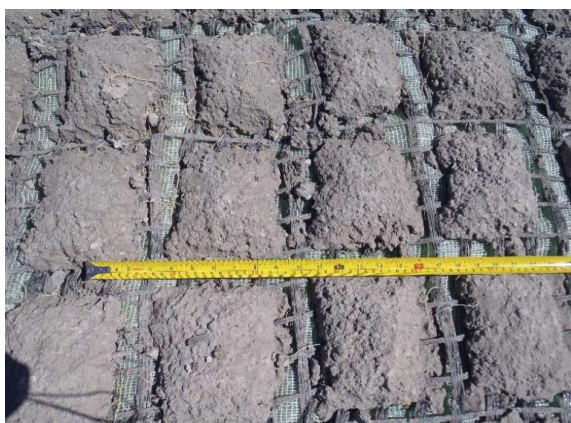
Oppsummert gir alle alternativene en viss grad av erosjonssikring, selv om de ikke gir like god sikring som for klassisk erosjonssikring og plastring. Alternativ 1 og 2 er billigere enn standard erosjonssikring, og alternativ 3 er dyrere, men fortsatt billigere enn plastring. Alternativ 3 ble ansett som den beste løsningen mot erosjon av alternativene.



Figur 30: Alternativ 1 – geogitter over jorddekke (Figur: [36]).



Figur 31: Alternativ 2 – Torvforsterket matte (syntetisk) med fiberarmert matte under (Figur: [36]).



Figur 32: Alternativ 3 – Fleksibel betong-geogittermatte (Figur: [36]).s

I rapporten "Floodway Design Guide" [37] presenteres hydraulisk analyse og eksempler på flomveier der vannstrømmen planlegges å krysse over veibanen. Med flomveier menes her vegger som er spesielt designet for å tillate kryssing av store mengder vann under flom («overtopping»), samtidig som de motstår skadevirkningene som kan oppstå. Deler av eksempelet anses også som relevant i de tilfellene flomveien går ut av veien og til fordrøyningssoner eller resipient. Rapporten peker på flere deler av vegkonstruksjonen som er utsatt for erosjon rangert etter alvorlighetsgrad (se Figur 33):

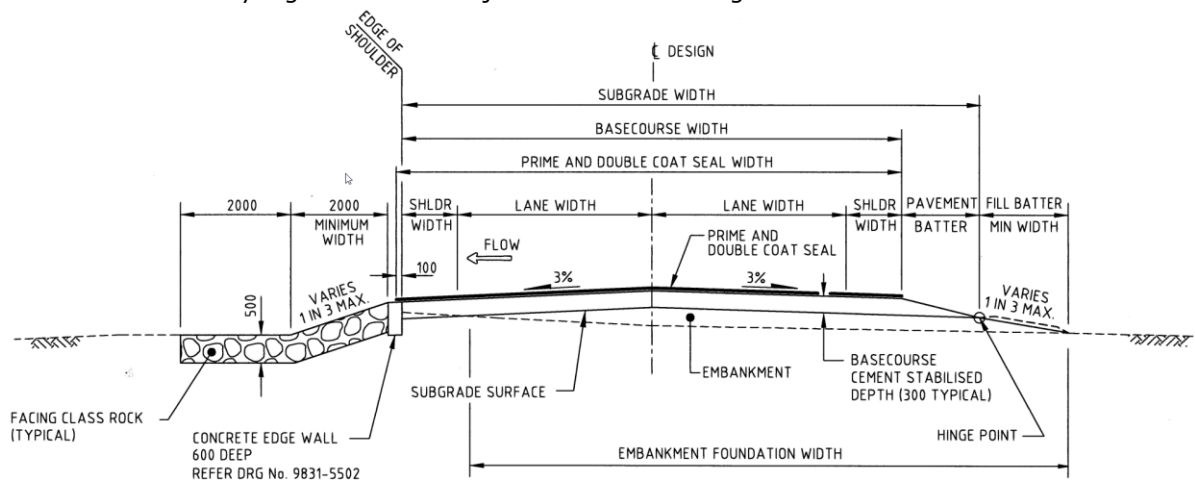
Del av vegkonstruksjonen	Årsak til erosjon
A) Fyllingsfot, nedstrøms side	A) Høye hastigheter ved fyllingsfot
B) Fyllingsoverflate, nedstrøms side	B) Drag/skjærspenning på overflaten
C) Kant av skulder, nedstrøms side	C) Oppadrettet kraft på grunn av fyllingsgeometrien
D) Vegoverflaten	D) Drag/skjærspenning på overflaten
E) Fyllingsfot, nedstrøms side	E) Hastighet

Figur 33: Erosjonsutsatte deler av en vei ved flom på tvers av veien (Figur: [37]).

En oversikt over flere tiltak som kan bidra til å redusere erosjonsfaren er gitt av understående punkter, og ses opp mot Figur 34 [37]:

- Risikoen for skade kan reduseres ved avrunding av nedstrøms skulder.
- «Concrete edge wall»: Kan etableres ved opptredende høye vannhastigheter ved skulderen og skal motvirke at erosjonen graver seg inn i vegoverbyggingen. Etableres med dreneringsrør eller tilsvarende for å motvirke oppbygging av vanntrykk på oppstrøms side.
- Unngå opphøyninger (kantstein, rekkverk) nær nedstrøms skulder da kan bli utsatt for betydelige krefter som kan fungere som startpunkt erosjon.
- To typer dekker benyttes vanligvis:
 - Stabilisert bærelag («Stabilised base course»): benyttes for vegger der perioder med oversvømmelse er relativt korte, og som ikke er utsatt for tung trafikk under oversvømte forhold.
 - Betongdekker: benyttes for vegger med lange perioder med oversvømmelse, og som er utsatt for tung trafikk under oversvømte forhold.
 - Valg av dekke tas med bakgrunn i trafikkvolum, varighet og frekvens på oversvømmelse, erosjonsrisiko, kostnad for etablering og drift. Betongdekke benyttes som oftest kun ved situasjoner med svært høy risiko eller i urbane områder der trafikkvolumet gjennomgående er høyt.
- Erosjonssikring av fyllingsskråning: vegetert dekke, puk, fleksible matter, gabionmatter, steiner satt i betong, betongdekke med flere. Løsning avhenger av kostnad, erosjonsfare,

tilgang på material mm. Foten på fyllingskråning kan forlenges for å øke motstandsdyktigheten mot erosjon ved vinkelendringen.



Figur 34: Eksempel på oppbygging av veg med tiltak mot erosjon som følge av kryssende flom (Figur: [38]).

5.3.2 Energidrepere

Energidrepere innebærer tiltak som sikrer vannstandssprang bidrar til et betydelig energitap. Å redusere energien er ikke noe mål i seg selv, men ved å redusere energien reduseres hastighetsenergien som er sterkt knyttet opp mot blant annet erosjonsfare, risiko (DV-tall) og hvor lett det er å endre retning på vannet. Ved å redusere hastigheten reduseres sjansen for erosjon, risiko og vannet blir enklere å styre i ønsket retning. Veien og gatens primærfunksjon er å betjene den trafikken av myke og harde trafikanter som til enhver tid benytter veien eller gaten, og i de fleste tilfeller vil energidrepere måtte plasseres i grøft- eller sideområder. Håndbok V240 Vannhåndtering foreslår ulike energidreperiltak [20], sett av Tabell 4. For ytterligere beskrivelse og formelverk vises det til håndboken.

Tabell 4: Forslag og anbefalte energidreperiltak [20].

Dimensjonerende hastighet	Anbefalte tiltak
2-3 m/s	Kanaltilpasning for vannstandssprang Energidreper med terskel Energidreper med fall og terskel
3-4 m/s	Kanaltilpasning for vannstandssprang Energidreper med terskel Energidreper med fall og terskel Energidreperbasseng
> 4 m/s	Energidreperbasseng Energidreper med terskel Energidreper med fall og terskel Spesiell energidreper

Terskler kan enkelt tilpasses langs vadi og i grøfter langs vei, og energidreperbassenger kan etableres og tilpasses som en del av et fordrøyningsnettverk i en by. Bruk av materialer med

høyere ruhet vil også ha en hastighetsreducerende effekt, men NVE erfarer at ruheten i liten grad påvirker resultatene i hydrauliske overflatemodeller [17].



Figur 35: Terskler langs vadi som kan fungere som erosjonsdreper (Foto: Sigmund Wiig Petersen, Rambøll).

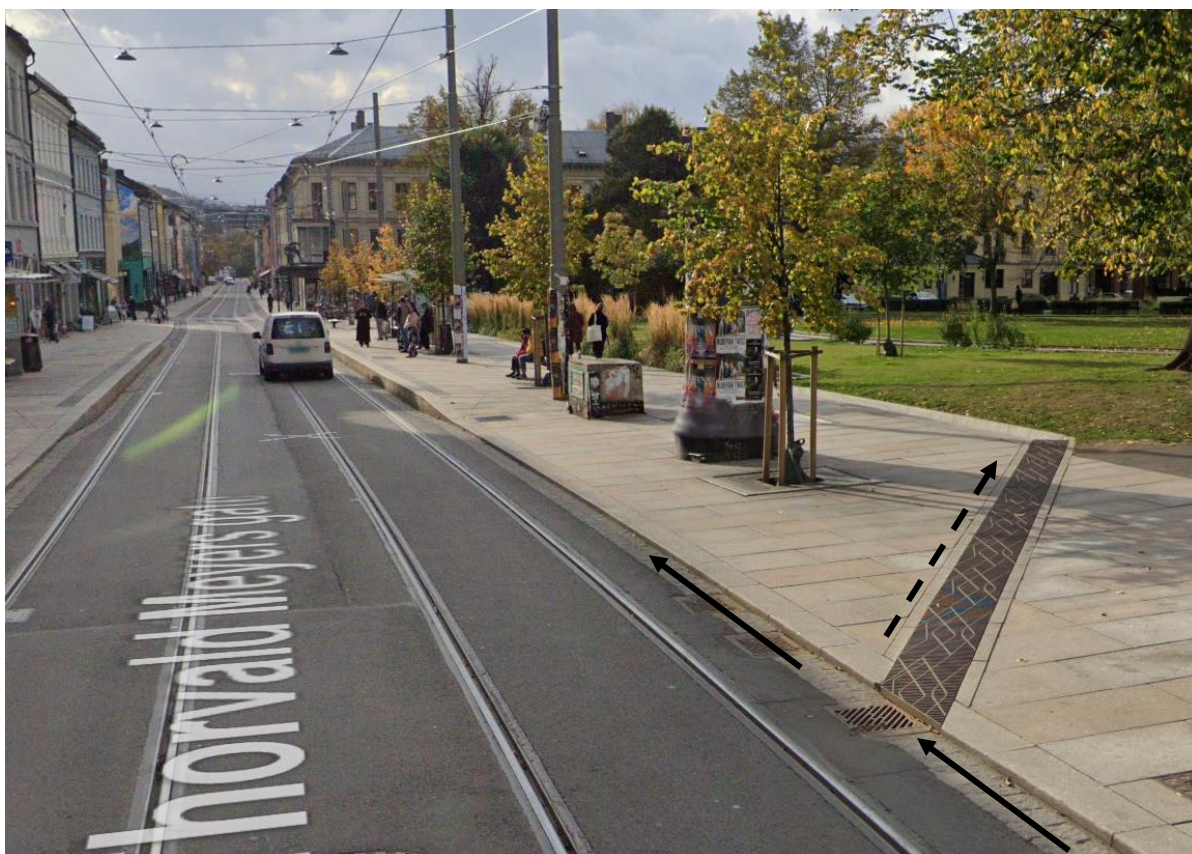


Figur 36: Terskler langs veg som også kan bidra til fordrøyning (Foto: Sigmund Wiig Petersen, Rambøll).

5.4 Sammenheng med trinn 1- og trinn 2-tiltak

Veier eller gater som flomveier utformes på en slik måte at de kan transportere store mengder vann i veitverrsnittet (trinn 3 i tretrinnsstrategien). De bør samtidig utformes slik at tretrinnsstrategien i sin helhet ivaretas, gjennom rensing (trinn 1), og der det anses som nødvendig, fordøyning (trinn 2). Med andre ord bør veien kunne ivareta funksjoner som forbindes både med små (trinn 1) og store vannmengder (trinn 3). Valg av trinn 1-tiltak varierer av den enkelte situasjonen, og vil avhenge av hvilke andre behov og funksjoner som skal ivaretas og kan plasseres i eller utenfor veibanen. I den videre teksten er det eksemplifisert ulike måter å ivareta trinn 1 og ev. trinn 2 på.

I Thorvald Meyers gate er det opparbeidet et regnbed parallelt med veien, se Figur 37. Inntaket er en slukrist som fører vannet til en renne og videre til regnbedet. Inntaket på risten vil være en begrensende faktor for hvor mye som vil gå til regnbedet. I tillegg vil trolig også vannmengden som går i veien samt hastigheten være en sentral faktor for hvor mye som finner veien inn i sluket, og hvor mye som løper over sluket og videre. Trolig vil sluket kunne fange opp vannmengder som assosieres med trinn 1, mens store deler av vannføringen ved et 100-årsregn trolig vil renne over og ned veien. Store flomhendelser vil også ha større potensial til å kunne ta med seg kvister, blader og andre objekter som tetter sluk. Dette vil bidra til redusert slukkapasitet, eller at vannet hindres i å finne veien til sluket, sett av Figur 38.



Figur 37: Regnbed i Thorvald Meyers Gate i Oslo (Foto: Google Street View, oktober 2022, bearbeidet av Rambøll).



Figur 38: Sluk som delvis tettes igjen av kvister/blader, og vannet tar andre veier rundt sluket (Foto: Sigmund Wiig Petersen, Rambøll).

I Uelandsgate i Oslo er det bygget langsgående overflateløsninger (regnbred e.l.) parallelt med veien og adskilt av gangveien, sett av Figur 39. Overvannshåndteringen er løst ved hjelp av tverrgående renner med inntaket utfelt i kantsteinen som kjeftsluk. De samme prinsippene med ristkapasitet og vannhastighet i en flomsituasjon vil trolig også gjelde i dette tilfellet.

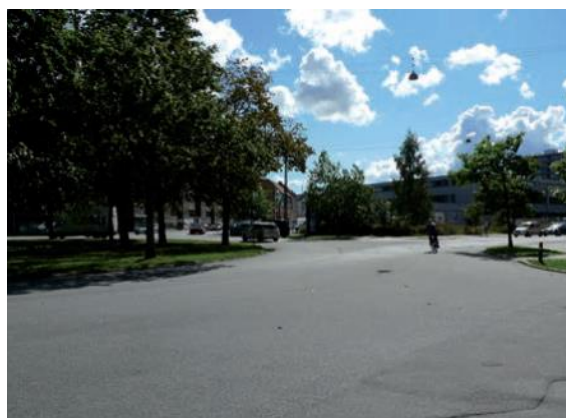
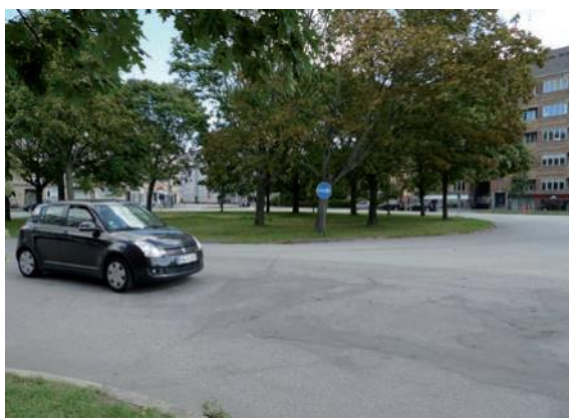


Figur 39: Oversiktsbilde av langsgående regnbed under etablering i Uelandsgate, Oslo (Foto: Google Street View, juli 2022, bearbeidet av Rambøll).



Figur 40: Kjeftsluk og renne som inntak til regnbed i Uelandsgate, Oslo (Foto: Sigmund Wiig Petersen, Rambøll).

I København har Københavns kommune bygget om Skt. Kjelds plads fra å være en plass med store tette flater til å være et grønt byrom som har prøvd etablere et fint samspill mellom natur, trafikk og rekreative arealer [39]. Målsetningen for prosjektet har bl.a. vært å infiltrere 30 % av 10-årsregnet, videresende «first flush» til avløpfellesledningene ved å regulere videreført vannmengde til 4 l/s/ha og dirigere renere overvann til grønne løsninger [40]. I samtale med København ble det påpekt at det ved skybrudd benyttes både veitverrsnittet og en skybruddsrenne i veien for å transportere vannet videre nedstrøms og sikrer maks oppstuvning på terrenget på 10 cm ved et 100-årsregn.



Figur 41: Skt. Kjelds plads før ombygging (Foto: [40]).

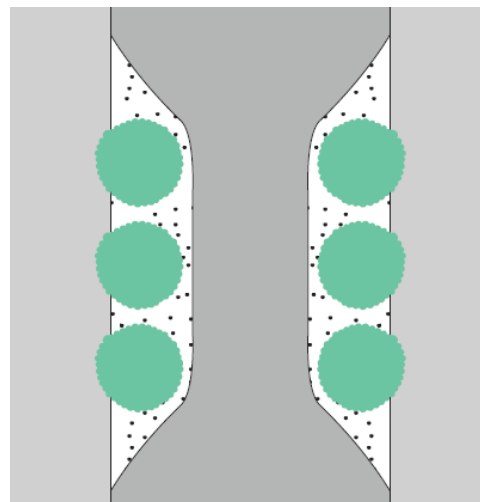


Figur 42: Skt. Kjelds plass etter ombygging (Foto: SLA).

Regnbed kan etableres langs og i vei for å fange opp vann fra vei eller øvrige arealer. Figur 43 viser et eksempel fra Lindevang der regnbedene ikke bare fanger «first flush», men også flomvann. Avhengig av utforming av regnbedet vil regnbedet i større grad være utsatt for flomskader ved en slik utforming. Erosjonsskader er imidlertid generelt ikke en utfordring i Danmark der eksempelet er hentet fra. I Norge kan dette potensielt være en problematikk avhengig av hastigheten på vannet og oppbyggingen av regnbedet. For kritiske hastigheter for erosjon for ulike typer jordtyper/medier vises det til Tabell 3. Det oppgis at erosjonsmotstanden for terreng med gress eller annen vegetasjon er tilsvarende overflater med grus eller stein [35]. Kritiske hastigheter for erosjon finnes også av litteraturen som for eksempel ved Hjulstrøms diagram. Figur 44 viser et forslag til innsnevring hentet fra Oslo gatenormal og kan minne om regnbedet vist på Figur 43.



Figur 43: Regnbed langs veien Lindevang, Brøndby i Danmark (Foto: Google Steet view september 2022).



Figur 44: Forslag til innsnevring med blågrønn funksjon fra Oslo gatenormal (Figur: [23]).

I Bjørnstjerne Bjørnsons gate har Statens Vegvesen opparbeidet regnbed og vadi langs vei, og benytter skjefsluk som inntaksanordning, sett av Figur 45 Figur 46. Regnbedene inngår i et pågående forskningsprosjekt da det er lite kunnskap og erfaring med regnbed langs veg i Norge [41].



Figur 45: Regnbed i Bjørnstjerne Bjørnsons gate i Drammen (Foto: Rune Bratlie).



Figur 46: Kjeftsluk som innløpsanordning for overvannet inn i regnbedet (Foto: Rune Bratlie).

Regnbedene som er blitt etablert med og uten begrenset innløp. Fordelen med begrenset innløp/innløpsanordning er at vannstrømmen kan transporteres gjennom gangvei/kantstein til grøntareal. I enkelte tilfeller er dette en nødvendighet. Videre vil trinn 1- og 2-tiltaket i større grad være beskyttet for de større vannmengdene da de følger veien som flomvei, og med det være mer beskyttet mot erosjon. Enkelte inntaksanordninger kan også kobles til ledningsnett. Kjeftsluk og lignende vil imidlertid være sårbare for blader, snø/is og objekter som føres med vannet slik innløpet tettes, slik at 1- og 2-tiltaket mister sin funksjon.

5.5 Krysning av og konflikt med infrastruktur

5.5.1 Kabler og ledninger

Utforming av en vei eller gate som flomvei kan få betydning for eksisterende kabler og ledninger som ligger under terreng. Eksemplene erfaringsinnhentingene har kommet over har vist at dette gjelder for veier som har blitt høydejustert ved omprofilering eller endring av veiens lengdefall. I tillegg vil trolig også ny infrastruktur på grunn av omprofilering kunne komme i konflikt med eksisterende kabler og ledninger.

I samtalen med Porsgrunn ble det tatt frem et eksempel der en vei ble senket og tverrsnittet endret for å tilrettelegge for flomvei. Dette førte til kollisjon med eksisterende kabler, og initierte et til et større behov for omlegging av kabler enn først antatt. Prosessen ble oppfattet som komplisert, men ble håndtert via et tett samspill mellom aktørene i prosjektet.

Også i samtalen med Københavns kommune ble det fortalt at senking av veier for å tilpasses til skybruddsveier får betydning for eksisterende kabler og ledninger, og at dette kan være både komplisert og kostnadsdrivende prosess. Dette er på linje med erfaringen Rambøll har med skybruddsprosjekter i vei og gate i Danmark, der det finnes eksempler på at skybruddsveier som opprinnelig var tiltenkt å omprofileres til V-profil i en tidligere fase, har blitt endret til en annen løsning i senere fase. Dette begrunnes med blant annet konflikt med eksisterende infrastruktur og stort behov for omlegging eller reetablering. Kabler legges med en typisk overdekning på 50-100 cm, og i Norge er frostfri dybde ofte retningsgivende for dybden for VA-ledninger. Det skal derfor ikke en stor høydejustering av veien før tiltaket initierer en omlegging eller behov for isolering av eksisterende infrastruktur.

Dimensjonerende frostdybder ses i dag av Byggforskserien 451.021 «Klimadata for termisk dimensjonering og frostsikring» [42], og kommunene har i mange tilfeller spesifisert lokale krav til leggedybde i egen VA-norm. Sammenlignes tallene for kommunene kan de i noen tilfeller avvike fra hverandre der VA-normen stiller et strengere krav (større dybde). En studie utført på NTNU har imidlertid beregnet at klimaendringene⁴ kan føre til reduserte fremtidige frostdybder [43]. Resultatene viser at 70% av kommunene forventes å redusere frostdybden med 0,5 meter innen år 2100 sammenlignet med historiske data fra referanseperioden 1971-2000⁵. Kommunene med de mest betydelige endringene er hovedsakelig lokalisert i Troms og Finnmark.

Viktigheten av at VA-infrastruktur ligger frostfritt avhenger av type ledning og situasjon. Som utgangspunkt er imidlertid funksjonskravet til VA-anlegg at det skal være frostsikret [44]. Ligger ledninger i masser påvirket av telehiv kan ledningene bli utsatt for mekaniske påkjenninger som brekkasje og forskyvninger. Generelt minker risikoen for at vannet fryser med økt dimensjon på ledningen, økt vannføring/vanngjennomstrømning og økt temperatur på avrenningen. Store

⁴ I 2014 publiserte IPCC fire utviklingsbaner (RCP) for fremtidig klima, som tar hensyn til ulike utslippsscenarioer frem til 2100. Tallene som presenteres er basert på RCP4.5 utslippsscenarioet.

⁵ Merk at studien er basert på data fra referanseperioden 1971-2000. Data for ny referanseperiode 1991-2020 er under utarbeidelse.

vannforsyningsledninger og spillvannsledninger med kontinuerlig vannføring anses derfor generelt å være knyttet til mindre risiko relatert til frost. Foruten å legge VA-anlegget med dimensjonerende frostdybde er vanlige metoder for frostsikring bl.a. isolasjon, varme eller en kombinasjon av disse [44].

Ved omprofilering av veien fra takfall til V-profil, vil sluk eller renne etableres midt i veien dersom det er aktuelt. Dersom det ligger eksisterende infrastruktur midt i veien kan nye sluk, sandfang og renner i V-profilet initiere et omleggingsbehov. Dersom eksisterende overvannsledning ligger i en av sidene i veien vil det trolig være mulig å koble nye sluk og sandfang på denne.

Det er verdt å presisere at mindre tiltak uten høydejustering av veien vil være tilstrekkelig i noen situasjoner, og at dette trolig ikke fører til omleggingsbehov av infrastruktur. Dette kan for eksempel være justering eller utbedring av kantstein for å styre vannet eller mindre terrengjusteringer.

5.5.2 Trær

Etablering av trygge flomveier i vei og gate kan føre til konflikt med eksisterende trær, spesielt i bynære strøk med kvartalsstruktur der tilgjengelig bredder allerede er begrensede. For eksempel kan dette omhandle ombygging av en eksisterende gate med trekke til en trygg flomvei, som blant annet innebærer en senking av hele eller deler av veien. En rotsone som kan bli opptil 2-3 ganger trekronen/dryppsonen kan komme i konflikt med etableringen av flomveien. For relevante punkter knytter arbeid nær trær henvises det til veilederen «Arbeid nær trær» [45].

6. Erfaringer fra Danmark

På grunn av Rambølls egne erfaringer fra Danmark, et land som generelt har kommet lengre i klimatilpasningsarbeidet mot ekstremnedbør, oppsummeres et utvalg erfaringer på tvers av tema i dette kapitlet. Merk at det kan være overlapp mellom innholdet i dette kapitlet og rapportens øvrige kapitler.

6.1 Trafikksikkerhet og fremkommelighet

Erfaringene fra Danmark tilsier at det er viktig å ha fokus på trafikksikkerhet og fremkommelighet for gående og personer med nedsatt funksjonsevne allerede fra de innledende fasene. Dette kommer blant annet av at klimatilpasningsprosjekter ofte må avvike fra gjeldene normer, og at det derfor må inngås enkelte kompromisser i designet. Dette kan igjen gå utover trafikksikkerheten og tilgjengeligheten. Noen utvalgte oppmerksomhetspunkter er i følgende punkter oppsummert:

- Vegoppmerking og oppmerking for svaksynte blir mindre synlig ved stående eller rennende vann i gatene.
- Små hull, ujevnheter, rister mm. blir mindre synlig ved stående eller rennende vann i gatene. Syklister vil kunne finne på å styre unna partier med stående vann og eksempelvis bli mer utsatt for konflikt med andre trafikanter. For eksempel styre inn i kjørefelt fra sidekanten.
- I forbindelse med klimatilpasningsprosjekter etableres det ofte nivåforskjeller (renner, høye kanter, trapperinger mm.) for enten å styre eller sørge for tilstrekkelig kapasitet for avledning av vannet. Dette kan redusere fremkommeligheten til enkelte trafikanter, og spesielt personer med nedsatt funksjonsevne. Passasje for gående og syklende må sikres.
- Enkelte trafikantgrupper som bilister og syklister kan føle seg presset av høye kanter. Som eksempel kan høye kanter komme i konflikt med sykkelpedalen, slik at en syklist vil velge å legge seg lengre ut fra kanten. Reduksjon av kanthøyder kan kompenseres ved å ta opp høydeforskjellen over en større bredde, noe som igjen kan være plasskrevende og utfordrende i områder med lite tilgjengelig areal.

6.2 Overkjørsler og tilpasning til eksisterende veier

Ved etablering av flomveier i vei og gate vil kryssende veier og overkjørsler, samt tilpasning til eksisterende veier være noe som må hensyntas i planleggingen og prosjekteringen. Noen utvalgte oppmerksomhetspunkter er i følgende punkter oppsummert:

- Ved kryssende veier vil det være nødvendig å opprettholde den hydrauliske kapasiteten til flomveien, og skybruddsriser er en av flere metoder. Det er viktig at ristene utføres kjøresterkt.
- Ristene lager støy ved trafikk som kan virke sjenerende ovenfor innbyggere.
- Ristene har vist seg å være sårbare i de tilfellene der kjøretøy, og spesielt tunge kjøretøy, svinger/vender med hjulet stående på risten. Det har hendt at ristene har blitt vridd av.
- Ved tilpasning til eksisterende veier kan terrengtilpasningen være omfattende. Overgangskurvene mellom nytt og eksisterende terreng kan strekke seg langt inn i eksisterende vei. Et eksempel på dette er kan være ved senking av flomveien.

6.3 Retningsendringer – vertikalt og horisontalt

Ved store vannmengder og høye hastigheter er det utfordrende å endre retningen til vannstrømmen. Utfordringen gjelder både styring av vannretningen på overflaten og der vannet skal ledes til infrastruktur under bakken.

6.4 Veiprofiler

Skybruddsveier har tidligere typisk innebært å planlegge for en omprofilering av veiens tverrprofil til V-profil. Dette har i mange tilfeller vist seg å være uhensiktsmessig blant annet med tanke på senking av veihøyder (pga. jevn senking av veien, endring av veiens lengdeprofil og/eller omprofilering til omvendt takfall), konflikt med infrastruktur i bakken samt store terrenginngrep/overgangskurver til eksisterende terreng. Løsninger der de eksisterende forhold utnytter på best mulig måte er derfor å foretrekke.

6.5 Utførelse

Vei- og terrenghøyder har stor betydning når løsninger belager seg på håndteres på overflaten. Noen utvalgte oppmerksomhetspunkter er i følgende punkter oppsummert:

- Det er viktig å ha fokus på toleransen av høyder i utførelsen.
- Asfalt og brolegning kan ikke utføres med samme nøyaktighet som ledninger.
- Det tillattes ofte mindre fall enn i ledninger for å begrense inngrepene i terrenget.

7. Referanser

- [1] Oslo kommune, «Utkast-Veileder for overvannshåndtering i Oslo - En tverretattlig veileder med retningslinjer for bærekraftig overvannshåndtering,» 2022.
- [2] Kommunal- og moderniseringsdepartementet, «Samfunnssikkerhet i planlegging og byggesaksbehandling. (Rundskriv H-5/18),» Oktober 2018. [Internett]. Available: https://www.regjeringen.no/contentassets/728660a6489a4decfce2b964ed8b9fcf/no/pdfs/rundskriv_samfunnssikkerhet_planlegging_byggesaksb.pdf.
- [3] E. Sivertsen, S. Bruaset, H. Kvitsand og K. Azrague, «Overvann fra veg. Praksis, status og problemstillinger for vegeier,» SINTEF, 2020.
- [4] Oslo kommune, «Handlingsplan Delrapport 2 - Urban flom,» Oslo, 2016.
- [5] NVE, «Veileder Nr. 4/2022 Rettleiar for handtering av overvatn i arealplanar,» NVE, Oslo, 2022.
- [6] T. I. Skrede, «The Applicability of Urban Streets as Temporary Open Floodways,» NTNU, 2018.
- [7] Københavns kommune, «Københavns kommunes skybrudsplan,» 2012.
- [8] COWI, «Skybrudsplan og strategi,» 2012.
- [9] Aarhus kommune, Aarhus Vand, Københavns Universitet, EnviDan, «Aarhusmetoden til klimatilpasning af den eksisterende by,» 2017.
- [10] Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), «Vägledning för skyfallskartering – Tips för genomförande och exempel på användning.,» August 2017. [Internett]. Available: <https://rib.msb.se/filer/pdf/28389.pdf>. [Funnet 5 Januar 2023].
- [11] M. Klemetsen og M. S. Dahl, «Hvor godt er norske kommuner rustet for klimaendringer?,» CICERO Senter for klimaforskning, 2020. [Internett]. Available: <https://pub.cicero.oslo.no/cicero-xmlui/bitstream/handle/11250/2686544/Rapport%202020%2005%20web4.pdf?sequence=10&isAllowed=y>.
- [12] M. Vindegg, I. Christensen, C. Aall, A. Arnslett, A. Tønnesen, M. Klemetsen, A. K. Temesgen, G. K. Hovelsrud og T. Selseng, «Barrierer for klimatilpasning på lokalt og regionalt nivå,» CICERO Senter for klimaforskning, 2022. [Internett]. Available: <https://pub.cicero.oslo.no/cicero-xmlui/bitstream/handle/11250/2994616/CICERO%20Rapport%202022%2003%20-%20web.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [13] Bergen kommune, «Kommunedelplan for overvann 2019-2029,» 2019. [Internett]. Available: <https://indd.adobe.com/view/fe3ba01c-2536-4bb9-8b96-72d5ff822876>. [Funnet 3 Januar 2023].
- [14] Oslo kommune, «Handlingplan for overvannshåndtering i Oslo kommune,» 2019. [Internett]. Available: <https://www.oslo.kommune.no/getfile.php/13349073-1573652257/Tjenester%20og%20tilbud/Vann%20og%20avl%C3%B8p/Skjema%20og%20veiledere/Overvann/Handlingsplan%20for%20overvannsh%C3%A5ndtering.pdf>.
- [15] Lørenskog kommune, «Strategi for overvann og vassdrag,» 2017. [Internett]. Available: https://www.lorenskog.kommune.no/_f/p71/i22f32fbb-4eb1-4574-839d-5638a66e1092/temaplan-strategi-for-overvann-og-vassdrag.pdf.
- [16] Rambøll, «Overvannsflo - metoder for kartlegging og analyser,» 20 Oktober 2015. [Internett]. Available: <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m424/m4242.pdf>. [Funnet 5

Januar 2023].

- [17] NVE, Veileder Nr. 2/2023 Veileder for kartlegging av overvann - Høringsutkast, Oslo: NVE, 2023.
- [18] M. Tangen, «Gater som flomveier – eksempler fra Porsgrunn kommune,» Oslo kommune, 2022.
- [19] Statens Vegvesen, «Vegnormal N200 Vegbygging,» 2022.
- [20] Statens Vegvesen, «Håndbok V240 Vannhåndtering,» Vegdirektoratet, 2020.
- [21] NVE, «Veileder Nr. 1/2022 Veileder for flomberegninger,» NVE, Oslo, 2022.
- [22] Statens Vegvesen, Vegnormal N100 Veg- og gateutforming, 2022.
- [23] Oslo kommune Bymiljøetaten, «Gatenormal for Oslo,» 2020.
- [24] S. Taubøll, «Skybruddfare og uklare prioriteringsprinsipper, Kart og plan 2018 nr. 1,» Kart og plan, 2018.
- [25] R. Ghetahun, «Gateløp som flomveier med,» NMBU, Ås, 2019.
- [26] Göteborgs Stad, Rambøll, «Inspirationshandbok över genomförda skyfallsanläggningar,» 2021.
- [27] Rambøll, «Veg og gate som flomveg i tettbygde områder,» 2020.
- [28] Fors A/S, Orbicon, «REGNVANDSHÅNDBOK PÅ VEJE - HÅNDBOG OM LOKAL AFLEDNING AF REGNVAND PÅ VEJE,» Fors A/S, 2016.
- [29] Københavns kommune, «Klimatilpasningsredegørelsen,» 2022.
- [30] Københavns kommune, «Skybrudsprojekt på Skoleholdervej og Degnestavnens Legeplads, Bispebjerg (Udsat sag),» Københavns kommune, 25. April 2022. [Internett]. Available: <https://www.kk.dk/dagsordener-og-referater/Teknik-%20og%20Milj%C3%B8udvalget/m%C3%B8de-25042022/referat/punkt-9>. [Funnet 10. Januar 2023].
- [31] Göteborgs Stad, «Fördjupning av typlösningar för skyfallsanläggningar,» Göteborgs Stad, Göteborg, 2020.
- [32] Rambøll, «Bilaga – Katalog skyfallsåtgärder, Åtgärdsplan för skyfallshantering,» Göteborgs stad , Göteborg, 2019.
- [33] Hamar kommune, Innlandet fylkeskommune, Norconsult, «Rundkjøringer i flomveier - samarbeidsprosjekt mellom Hamar og Innlandet fylkeskommune,» Miljødirektoratet, 2021.
- [34] Rambøll, «Ekstremnedbør Oslo - Skadedata og kostnader,» 2019.
- [35] H. Norem, K. Flesjø, J. Sellevold, M. R. Lund og P. L. E. Viréhn, «Overvannshåndtering og drenering for veg og jernbane - Naturfareprosjektet Delprosjekt 5 Flom og vann på avveie,» NVE, 2016.
- [36] J. D. G. Marr, M. Hernick, R. Gabrielson og S. Mielke, «Design Considerations for Embankment Protection During Road Overtopping Events,» Minnesota, 2017.
- [37] MRWA Waterways Section and BG&E Pty LTD, «Floodway Design Guide (Doc. 6702-02-2230),» Main Roads Western Australia, 2006.
- [38] Main Roads Western Australia, «Floodway Types 2 & 3 Typical Cross Sections,» 1998. [Internett]. Available: <https://www.mainroads.wa.gov.au/globalassets/technical-commercial/technical-library/guideline-drawings/floodways-drawings/9831-5500-floodway-type-2-3-typical-cross-sections-details.pdf?v=4aa65e>.
- [39] Københavns kommune, «Skt. Kjelds Plads,» [Internett]. Available: <https://klimakvarter.dk/projekt/skt-kjelds-plads/>. [Funnet 9. Januar 2023].
- [40] Københavns kommune, «Prosjektbeskrivelse for Bryggervangen og Skt. Kjelds Plads

- Projektnr. 01188,» November 2014. [Internett]. Available: <http://klimakvarter.dk/wp-content/uploads/2015/09/1.-Prosjektbeskrivelse-November-20141.pdf>. [Funnet 9. Januar 2023].
- [41] NVE, «Regnbed og vadi, Bjørnstjerne Bjørnsons gate, Drammen,» NVE, Desember 22. [Internett]. Available: <https://veiledere.nve.no/eksempelsamling-for-overvannstiltak/tiltak-for-normal-driftssituasjon/terrengforsenkinger-for-infiltrasjon-og-fordroyning/regnbed-og-vadi-drammen/>. [Funnet April 23].
- [42] SINTEF Byggforsk, «451.021 Klimadata for termisk dimensjonering og frostsikring,» SINTEF, 2018.
- [43] Ingrid Sølverud Larsen, «Konsekvens av klimaendringer for bygninger,» NTNU, Trondheim, 2021.
- [44] COWI, «Frostsikring av VA ledninger og kummer (VA-blad nr. 109),» Stiftelsen VA/Miljøblad, 2013.
- [45] Oslo kommune Bymiljøetaten, «Arbeid nær trær,» Oslo kommune, Oslo, 2012.
- [46] Oslo kommune, Vann- og avløpsetaten, «Veileder for overvannshåndtering – endringer oktober 2022,» Oktober 2022. [Internett]. Available: <https://www.oslo.kommune.no/getfile.php/13464317-1664790183/Tjenester%20og%20tilbud/Plan%2C%20bygg%20og%20eiendom/Byggesaksveiledere%2C%20normer%20og%20skjemaer/Veileder%20for%20overvannsh%2C%20endringer%202022-publiseres.pdf>. [Funnet 5. Januar 2023].
- [47] NVE, «Veileder nr. 4 Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein,» NVE, Oslo, 2009.
- [48] Sweco, «Skybruddsmasterplan Nadderud,» 2020.
- [49] Rambøll, «Skybruddsplan Skien sentrum,» 2022.
- [50] Malmö stad, «Skyfallsplan för Malmö,» 2016.
- [51] Göteborg Stad, «Översiktsplan för Göteborg - Tematiskt tillägg för översvämningsskisser,» 2019.

Vedlegg 1

Møtereferater fra intervjuer

Det ble gjennomført intervjuer med følgende aktører:

- Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)
- Tønsberg kommune
- Aalborg kommune (Danmark)
- Københavns kommune (Danmark)
- Thea Skrede (stipendiat PhD NTNU/Norconsult)

MØTEREFERAT

Oppdragsnavn **Utarbeidelse av designveileder for flomvei i vei og gate**
 Oppdragsnr. **1350053078**
 Emne **Erfaringsinnhenting**

Møtedato **17.11.2022**
 Sted **Teams**
 Møte nr. **1**
 Arrangør **Rambøll på vegne av BYM**

Referent **(Rambøll)**
 Deltagere **Stina Karlstrøm - BYM
 Marie Langsholt Holmqvist - BYM
 Jakob Myking - Rambøll
 Sigmund Wiig Petersen - Rambøll
 Ida Karoline Andresen - Rambøll
 Jan Tore Andersen - Porsgrunn kommune, avdelingsleder
 Mina Tangen - Porsgrunn kommune, tidligere ansatt**

Kopi:

Neste møte: -

Sak nr.	Tekst
00	<p>Møtets hensikt</p> <p>Dette møtet er avholdt mellom RNO og Porsgrunn kommune v/Jan Tore Andersen og Mina Tangen på vegne av BYM. Hensikten med møtet er å innhente erfaringer fra ulike aktører angående planlegging av flomveier i vei og gate. Erfaringsinnhentingene skal benyttes videre i arbeidet med designveileder for flomvei i vei og gate. Det er blitt tatt utgangspunkt i et fast intervjuoppsett for samtalerne.</p> <p>Forkortelser benyttet i referatet: BYM - Oslo kommune v/ Bymiljøetaten RNO - Rambøll</p>
01	<p>Orientering om prosjektet</p> <p>Rambøll skal sammen med BYM utvikle en designveileder for flomveier i vei og gate. Denne veilederen skal gjøre det enklere for kommuner og utbyggere å utforme og dimensjonere flomveier i gater og veier, og tilpasse eksisterende flomveier i gater. Oppdraget er delt inn i to faser.</p> <p>I første fase av arbeidet skal det gjennomføres en erfaringsinnhenting i form av litteratursøk og noen intervjuer av sentrale aktører som står ovenfor eller har erfaring og kunnskap knyttet til relevante problemstillinger vedr. planlegging og tilpasning til flom i by.</p> <p>I andre fase utarbeides en designveileder for flomvei i vei og gate med grunnlag i erfaringsinnhentingene i fase 1.</p>
02	<p>Orientering om intervjuet</p> <p>Intervjuet vil foregå som en samtale hvor vi støtter oss til en liste med konkrete spørsmål innenfor utvalgte overordnede temaer og utfordringer knyttet til disse. Alle aktører får samme spørsmål selv om noen temaer kan være mer relevant for noen enn andre.</p>

	<p>Aktørene har ulik bakgrunn, og bes om å svare med utgangspunkt i den bakgrunnen den enkelte sitter med (praktisk, teoretisk, kunnskap de har innen temaet, rutiner og hva er praksis m.fl.). Spørsmålene/møterefatermalen sendes over i forkant. Det settes av 1,5 time til hver samtale.</p> <p>Følgende temaer vil bli berørt i samtalen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Behovsanalyse • Dimensjoneringsgrunnlag • Tverrsnitt og arealdisponering av gateutforming • Oppbygging og materialvalg • Flerfunksjonalitet • Drift • Offentlige tillatelser og juridiske utfordringer
<p>03</p>	<p>Innledningsvis</p> <p>Porsgrunn kommune har hatt en gjennomgang av flomvei-tiltak iverksatt i 2016 – 2021, hvor tiltakene dokumenteres med i simuleringsverktøy og ute i felt. Mina brukte simuleringsverktøyet til å kontrollere nye tiltak i form av terrengdata i modell for å se effekten av nye tiltakene.</p>
<p>04</p>	<p>Behovsanalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hva opplever du som best fremgangsmåte for å vurdere hvor det bør etableres flomvei (i vei og gate eller annet areal utenfor vei hvis relevant)? - Bør det benyttes spesifikke kriterier og/eller overordnede planer i utvelgelsen? - Hvilke vurderinger og/eller undersøkelser bør gjøres i forbindelse med valg av egnede arealer/gater til flomveier? - Hvordan bør andre berørte etater/avdelinger/foretak involveres i utvelgelsen? <p>For å vurdere hvor det er nødvendig med tiltak har Porsgrunn kommune tatt utgangspunkt i sårbare arealer som er utsatt for oversvømmelse og flom basert på tilbakemeldinger og registreringer, i tillegg til vurderer gjort vha. av simuleringsverktøy (drenslinjer, men også hydrauliske modeller). Det ble sett på hovedavrenningslinjene og hvor de treffer bygninger.</p> <p>For Porsgrunn kommune har Klimatilpasningsplanen for Nadderudfeltet i Bærum kommune vært til inspirasjon for deres videre arbeid.</p> <p>Porsgrunn har delt inn tiltak i tre kategorier:</p> <p>Kategori 1: Oppgradering av vei/VA-nett – prosjekter under planlegging/arbeid, og der det kun er nødvendig at vei- og VA-enhetene «snakker sammen». Ved oppgradering av VA-nettet i veien kan f.eks. veien istandsettes på en slik måte at den hensyntar overvann/flomveien. VA bekoster dette da VA-nettet i vei uansett skal utbedres.</p> <p>Kategori 2: Reguleringsprosesser hvor områder skal ombygges/Transformeres. Et eksempel fra dette trinnet: Basert på simuleringsverktøyet ga Mina Tangen innspill til grønnstrukturplanen når den skulle utarbeides, slik at de blå strukturene også ble ivaretatt i grønnstrukturplanen.</p> <p>Kategori 3: Omhandler risikovurdering og sikringstiltak for elver og vassdrag – erosjonssikring og avsette sikkerhetssoner.</p>

	<p>Disse trinnene er utviklet av erfaringer i felt – skader på eiendom, oversvømmelser etc. De siste tiltakene er simulert, av ulike simuleringsprogrammer. Når Mina Tangen begynte å jobbe i Porsgrunn kommune, begynte arbeidet med å kartlegge og identifisere sårbare områder som blir berørt ved flom og kraftig nedbør. Og utarbeidet tiltak på bakgrunn på disse funnene.</p> <p>Se innspill i overnevnte spørsmål.</p> <p>På bakgrunn av at de fleste av flomveiltiltakene skjer i forbindelse med oppgradering og utbedring av veinettet, er derfor samarbeidet med (Vei-avdelingen) sentralt. I slike samspillsprosesser er det lettere å få gjennomført tiltak rent finansielt. Tett samspill med veieiere generelt gir størst potensiale for å få realisert tilretteleggelse for flomveier.</p>
<p>05</p>	<p>Dimensjoneringsgrunnlag</p> <ul style="list-style-type: none"> - Har du noen tanker om hvilke fremgangsmåte/praksis som bør benyttes for å komme frem til dimensjonerende gjentakintervall for flommen? - Hvordan bør det utføres kontroll av tverrsnittskapasitet for planlagt flomvei/situasjon? - Utløp til resipient: erfaringer, innspill fra aktører på sentrale punkter <p>Vurdering av volum dimensjonering – vurderer dimensjonering på hva som er mulig på stedet.</p> <p>Porsgrunn har i et prosjekt benyttet hydraulisk simulering til å kontrollere kapasiteten til ny vei for flomvei.</p>
<p>06</p>	<p>Tverrsnitt og arealdisponering av gateutforming</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hvilke vurderinger og/eller undersøkelser bør gjøres ifm. konkret beslutning av egnet løsning/tverrsnitt og hva vektlegges? - I hvor stor grad bør det vektlegges senere driftsbehov i valg av type løsning? - Styrende normer og veiledere: muligheter og begrensninger for tilretteleggelse for flomveier - Hvilke erfaringer finnes med tanke på ulike typer tverrsnitt for flomvei i vei/gate? - Hvilke erfaringer finnes ved fare for overvann (f.eks. adkomst/fremkommelighet, personer, bygg)? Hvordan forholder aktøren seg til dette? Hvilket regelverk/veiledning benyttes/finnes? - Bør det vurderes behov for regulering ved anleggelse av flomvei? <p>I samspillsentrepriser har Porsgrunn kommune sammen med rådgiver og entreprenør jobbet med å finne frem til hvordan flomveiene skal utformes i prosjektene.</p> <p>Simuleringsverktøyet (PCSWMM) ble anvendt i forbindelse med dimensjonering av gateprofilene.</p> <p>Fredningsbakken og Sverresgate, bygd i 2021. Flomveien måtte flyttes for å få flytte den fra eksisterende bygningsmasse. Vishøyden var essensielt sammen med tverrfall.</p> <p>Porsgrunn kommune anerkjenner at veien kan være utilgjengelig i 10 minutter – 1 time, og det er ok.</p> <p>Spørsmål fra BYM: Vurderes hele flomveien hele veien til resipient? Det er et dilemma for lavterskeltiltak (kategori 1), og det gjenstår fortsatt arbeid i</p>

	<p>Porsgrunn, da det må sees i sammenheng med neste byggetrinn. For nederste del ved resipient mangler det fortsatt å gjøre tiltak bl.a. pga. manglende midler fra vei-enheten.</p>
<p>07</p>	<p>Oppbygging og materialvalg</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hva er sentralt å ivareta med tanke på veioppbyggingen av en flomvei i vei/ev oppbygging av flomveier i annet areal utenfor vei? - Hvilke konsekvenser av ombygging av vei eller bygging av ny vei kan forventes med tanke på infrastruktur? Hvilke opplevde erfaringer finnes? - Har aktøren opplevd/sett behov for erosjonsikring i flomveier? - Hvilke erfaringer finnes med tanke på fokus på erosjonssikring, men samtidig aspektet av å redusere vannhastigheten (og faren for overvann)? - Hvordan kan elementer i gaten benyttes eller hvordan kan gaten utformes til å styre vannet i ønsket retning? - Tips, erfaringer, innspill på gjenbruk av materialer ved ombygging/nybygging av vei tilrettelagt for flom. - I mange byer er de fleste veiene/gatene allerede bygget. Hvordan kan gater/veier ombygges slik at inngrepet/tiltaket minimeres? <p>Porsgrunn har erfaringer fra prosjekt hvor det ble behov for å legge om mer kabler enn først antatt pga. at tverrsnittet ble endret og senket for å sikre trygg flomvei. Dette var en komplisert og omstendelig prosess, hvor det var et tett samspill via. K-Grav og samarbeid med geomatikk.</p> <p>Ved utforming av veiflomveier brukes tiltak som å snu tverrfallet/omvendt takfall (innimellom), og vurdering av tverrfallet/omvendt takfall gjelder særlig i veier med lave hastigheter.</p> <p><u>Spørsmål/Innspill fra BYM:</u> Er det andre elementer som benyttes for flomhåndtering annet en endring av tverrprofilet? Fartshumper er brukt og lagt inn etter vurdering i Scalgo LIVE. Omvendte fartsdumper som kan benyttes for flomveier på tvers av gaten/veier. Dette er et ønske om å få brukt som tiltak, men det er tverrfaglig utfordringer med slike tiltak.</p> <p>Vedrørende gjenbruk av materialer. Porsgrunn gjenbraker mest mulig og blir stadig bedre på dette. De henter inspirasjon fra andre kommuner og etater, og implementerer dette i samspillsentrepriser.</p> <p>Oppbygging/overbygning av veien er lik som tradisjonell vei, det er bare tverrsnitt og kantsteinen som er annerledes.</p>
<p>08</p>	<p>Flerfunksjonalitet</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bør det stilles det krav om at valgt løsning skal ha kvaliteter utover å være flomvei? - Hvilke konflikter mot myke trafikanter eller store fotgjengerstrømmer kan oppstå i veier tilrettelagt for flom? - Hvilke erfaringer finnes i gater/veier som er tilrettelagt for flom om avsetting fra taxi/buss? - Bør arealene prioriteres for flomveier opp mot annen bruk av gata? (møblering, skilt, sykkel, snødeponi etc) <p>OBS – Vær varsom med hvor snødeponi er plassert. Vinterdrift er viktig.</p>

<p>09</p>	<p>Drift</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hvordan ivareta drift i planleggingsfasen? - Har du erfaringer knyttet til vedlikehold av etablerte tiltak, også vinterstid? - Hva med allerede etablerte offentlige flomveier? - Utarbeides plan for FDV (forvaltning, drift- og vedlikeholdsplan)? - Bør det sikres involvering av driftspersonell? <p>Noen utfordringer ved brøyting, issvullinger. Litt mer krevende med drift av V-profil, men ikke så krevende som fryktet. Mye handler om informering og gjøre de som brøyter klar over situasjonen. Porsgrunn salter veier med V-profil mer. Litt annen prioritering på brøyting av flomveier, og er klar over spesifikke punkter som må brøytes for å opprettholde flomveien funksjon.</p> <p>Veieier sier det er overkommelig med drift av flomveier. Mye handler om kunnskap og bevisstgjøring hos brøytemannskapene.</p>
<p>10</p>	<p>Offentlige tillatelser og juridiske utfordringer (kun dersom tiden strekker til)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hvordan bør forholdet til relevant lovverk ivaretas, herunder lokalt vedtatte krav? - Er det noen spesielle utfordringer ved innhenting av nødvendige tillatelser som dere vil trekke frem? - Hvordan kan evt. avtaler med berørte grunneiere sikres? - Hvordan kan ansvar for fremtidige skader ivaretas? <p>Utfordrer veiloven med henblikk overvann av forurensningsloven. Begrepsavklaringer: Gråsoner i lovverk – historien om bekken som var et avløpsrør – kasteball mellom myndighetene.</p> <p>Utfordringer i prosessen er f.eks. innløsning av eiendom, flytting av veier. Omprofilering av veitverrsnittet ses ikke på som veldig kostnadsdrivende så lenge veien likevel skal graves opp ifm. VA. Innløsning av eiendom ses imidlertid på som kostnadsdrivende.</p>
<p>11</p>	<p>Kontaktperson(er) for videre henvendelser</p>
<p>12</p>	<p>Annet?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vi mottar gjerne illustrerende/gode bilder av flomveier i vei/gate, men også i andre arealer. Gjerne i driftssituasjon/ekstrem driftssituasjon hvis dette finnes. - Vi mottar gjerne relevante veiledere, papers, litteratur m.fl. <p>Porsgrunn oversender noen flere bilder som ikke kom med i Oslo kommunes faktaark, utarbeides av Mina Tangen.</p>

Vedlegg til møtereferatet:

1 -

MØTEREFERAT

Oppdragsnavn	Utarbeidelse av designveileder for flomvei i vei og gate
Oppdragsnr.	1350053078
Emne	Erfaringsinnhenting
Møtedato	17.11.2022
Sted	Teams
Møte nr.	1
Arrangør	Rambøll på vegne av BYM
Referent	(Rambøll)
Deltagere	Rune Bratlie - NVE Stina Karlstrøm - BYM Marie Langsholt Holmqvist - BYM Sigmund Wiig Petersen - Rambøll Ida Karoline Andresen - Rambøll

Sak nr.	Tekst
00	<p>Møtets hensikt</p> <p>Dette møtet er avholdt mellom RNO og NVE v/Rune Bratlie på vegne av BYM. Hensikten med møtet er å innhente erfaringer fra ulike aktører angående planlegging av flomtiltak og tanker og eventuelle erfaringer rundt planlegging av flomveier i vei og gate. Erfaringsinnhentingene skal benyttes videre i arbeidet med en designveileder for flomveier i vei og gate. Det er tatt utgangspunkt i et fast intervjuoppsett for samtalene.</p> <p>Forkortelser benyttet i referatet: BYM - Oslo kommune v/ Bymiljøetaten RNO - Rambøll</p>
01	<p>Orientering om prosjektet</p> <p>Rambøll skal sammen med BYM utvikle en designveileder for flomveier i vei og gate. Denne veilederen skal gjøre det enklere for kommuner og utbyggere å utforme og dimensjonere flomveier i gater og veier, og tilpasse eksisterende flomveier i gater. Oppdraget er delt inn i to faser.</p> <p>I første fase av arbeidet skal det gjennomføres en erfaringsinnhenting i form av litteratursøk og noen intervjuer av sentrale aktører som står ovenfor eller har erfaring og kunnskap knyttet til relevante problemstillinger vedr. planlegging og tilpasning til flom i by.</p> <p>I andre fase utarbeides en designveileder for flomvei i vei og gate med grunnlag i erfaringsinnhentingene i fase 1.</p>

02	<p>Orientering om intervjuet</p> <p>Intervjuet vil foregå som en samtale hvor vi støtter oss til en liste med konkrete spørsmål innenfor utvalgte overordnede temaer og utfordringer knyttet til disse. Alle aktører får samme spørsmål selv om noen temaer kan være mer relevant for noen enn andre. Aktørene har ulik bakgrunn, og bes om å svare med utgangspunkt i den bakgrunnen den enkelte sitter med (praktisk, teoretisk, kunnskap de har innen temaet, rutiner og hva er praksis m.fl.). Spørsmålene/møterefertmalen sendes over i forkant. Det settes av 1,5 time til hver samtale.</p> <p>Følgende temaer vil bli berørt i samtalen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Behovsanalyse • Dimensjoneringsgrunnlag • Tverrsnitt og arealdisponering av gateutforming • Oppbygging og materialvalg • Flerfunksjonalitet • Drift • Offentlige tillatelser og juridiske utfordringer
03	<p>Runes erfaringer/øvrige innspill:</p> <p>Runes erfaringer/øvrige innspill:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Jobber med flom- og overvannshåndtering på overordnet nivå. NVE er statlig sektormyndighet og skal bistå kommunene - Flomveier i gater er juridisk komplisert. Det pekes til Veiloven. - Kommunene har foreløpig lite erfaring med å bruke gater og veier som flomveier. Oslo, Bergen, Skien har kommet i gang, men det er fortsatt mye arbeid som gjenstår. - Thea Skrede i Norconsult har utarbeidet en rapport på vegne av NVE i forbindelse med utarbeidelse av NVE-veileder 4/2022. Denne rapporten var litt for detaljert, behov for forenkling. Det er ok for NVE at RNO tar direkte kontakt med Thea for å få tilgang til denne rapporten. Hensikten med rapporten var å gi en beskrivelse av hvordan kommunen skal bygge trygge flomveier. - Robel Ghetahun sin masteroppgave vedr. tverrsnitt er også benyttet i NVE-veileder 4/2022. <p>Behov for flomveier: En annen erfaring Rune har gjort seg, er at en stor del av kommunene har liten eller ingen utredning av flomveier og at dette i liten grad er implementert i overordnede planer. Det er et stort behov for å utrede hvor vannet renner og hvor det kommer i konflikt med sårbare arealer. Rune henviser til Stortingsproposisjon 32 L avnsitt 3.3. «Forslag om at kommunene skal legge til rette for en helhetlig forvaltning av vannets kretsløp med nødvendig infrastruktur.»</p> <p>Mulige måter å kartlegge vannveier på:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dreneringslinjer blir pekt på som et absolutt minimum - Der kompleksiteten eller risiko er høy bør det foreligge en grundig og detaljert analyse. <p>En bør også som minimum ha en oversikt over hvor skader kan oppstå. Flomveier bør utredes først av alt – ved stor kompleksitet eller risiko for skade bør det gjøres nye utredninger</p>

<p>04</p>	<p>Behovsanalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hva opplever du som best fremgangsmåte for å vurdere hvor det bør etableres flomvei (i vei og gate eller annet areal utenfor vei hvis relevant)? - Bør det benyttes spesifikke kriterier og/eller overordnede planer i utvelgelsen? - Hvilke vurderinger og/eller undersøkelser bør gjøres i forbindelse med valg av egnede arealer/gater til flomveier? - Hvordan bør andre berørte etater/avdelinger/foretak involveres i utvelgelsen? <p>På et overordnet nivå må det være en formening om hvilken risiko man skal akseptere. Det viktigste er at et krav til hvor mye kommunen skal håndtere må være politisk akseptert. TEK gir et minstekrav. Vi kan aldri anbefale dårligere løsninger enn TEK, men vi kan anbefale bedre.</p> <p>Det må gjøres en kartlegging og vurdering av om sårbare arealer er berørt og det må utarbeides kriterier som skal ligge til grunn for risikovurderingen. NVE anbefaler at kommunestyret må ta stilling til risikoen.</p>
<p>05</p>	<p>Dimensjoneringsgrunnlag</p> <ul style="list-style-type: none"> - Har du noen tanker om hvilke fremgangsmåte/praksis som bør benyttes for å komme frem til dimensjonerende gjentakintervall for flommen? - Hvordan bør det utføres kontroll av tverrsnittskapasitet for planlagt flomvei/situasjon? - Utløp til resipient: erfaringer, innspill fra aktører på sentrale punkter <p>100-årsregnet anbefales generelt fra NVE – flere kommuner har tatt denne anbefalingen i sin planlegging (deriblant Gjerdrum kommune og Oslo kommune). Denne anbefalingen gjelder utenfor vassdrag, der krav i TEK vil være styrende. Ev. kan vises til utførte samfunnsøkonomiske analyser som viser et annet nivå. NVE anbefaler minimum 100-årsregnet da en ser at overvannsflommer på dette nivået kan ta liv og fordi ekstremregn med 100-års gjentakintervall eller mer har en sett forekomme annenhvert år for sørlige/østlige deler av Norge. Det er hendelser vi ser som kommuner derfor bør være oppmerksom på. As low as reasonably practical.</p> <p>Resipient – ivareta allmenne hensyn, samspill med Statsforvalteren. Forurensningsproblem i Oslofjorden.</p> <p>Økologisk og hydrologisk kapasitet i resipient må vurderes.</p> <p>Innspill fra BYM: Skille mellom hverdagsavrenning og flomavrenning. Holde tilbake mest mulig, for å forebygge forurensning (må vurdere å ivareta dette i veilederen).</p> <p>Med henblikk på resipient må det gjøre en vurdering av dagens situasjon og hvordan dagens kapasitet er. Dersom ikke resipienten håndterer mer enn et 2-årsregn bør det vurderes avbøtende tiltak enten oppstrøms resipient eller av resipient (f.eks. bekk eller elv).</p>
<p>06</p>	<p>Tverrsnitt og arealdisponering av gateutforming</p> <p>Generell kommentar pkt. 6 – spørsmålene er generelt for detaljert for at NVE skal ha noen mening om de. Det ble likevel diskutert rundt ulike aspekter.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hvilke vurderinger og/eller undersøkelser bør gjøres ifm. konkret beslutning av egnet løsning/tverrsnitt og hva vektlegges? - I hvor stor grad bør det vektlegges senere driftsbehov i valg av type løsning? - Styrende normer og veiledere: muligheter og begrensninger for tilretteleggelse for flomveier - Hvilke erfaringer finnes med tanke på ulike typer tverrsnitt for flomvei i vei/gate?

	<ul style="list-style-type: none"> - Hvilke erfaringer finnes ved fare for overvann (f.eks. adkomst/fremkommelighet, personer, bygg)? Hvordan forholder aktøren seg til dette? Hvilket regelverk/veiledning benyttes/finnes? - Bør det vurderes behov for regulering ved anleggelse av flomvei? <p>NVE forholder seg til de kvantitative sidene ved overvann. NVEs oppgaver faller derfor utenfor forurensningsloven, men omfattes av Vannressursloven og PBL. PBL har stort spillerom for planlegging og bygging av flomveier – bruk mulighetene lovverket gir. Mange kommuner bruker ikke dette. Det henvises til NVE-veileder 4/2022.</p> <p>Veileder for beste praksis for å planlegge og dimensjonere for 100års regn er under arbeid (hydraulisk modellering). Samling av til sammen tre veiledere fra NVE.</p> <p>Ny §28-10 PBL: Ny lov – Gir kommunen mulighet til å gi pålegg for å etablere overvannsløsninger.</p> <p>Konkrete vurderinger som må gjøres i hvert enkelt tilfelle. Viktig å tydeliggjøre risikovurderingen av at flom kan ta liv.</p> <p>Ansvarsfordeling mellom huseier og kommunen – Dette er rettspraksis.</p> <p>Tjenesteavtale til kommunen (standard abonnementsvilkår) Avhenger av hvilke regn som er lagt til grunn – servicenivå for overvann. Dette varierer fra kommune til kommune.</p>
<p>07</p>	<p>Oppbygging og materialvalg</p> <p>Generell kommentar pkt. 7 – spørsmålene er generelt for detaljert for at NVE skal ha noen mening om de. Det ble likevel diskutert rundt ulike aspekter.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hva er sentralt å ivareta med tanke på veioppbyggingen av en flomvei i vei/ev oppbygging av flomveier i annet areal utenfor vei? - Hvilke konsekvenser av ombygging av vei eller bygging av ny vei kan forventes med tanke på infrastruktur? Hvilke opplevde erfaringer finnes? - Har aktøren opplevd/sett behov for erosjonssikring i flomveier? - Hvilke erfaringer finnes med tanke på fokus på erosjonssikring, men samtidig aspektet av å redusere vannhastigheten (og faren for overvann)? - Hvordan kan elementer i gaten benyttes eller hvordan kan gaten utformes til å styre vannet i ønsket retning? - Tips, erfaringer, innspill på gjenbruk av materialer ved ombygging/nybygging av vei tilrettelagt for flom. - I mange byer er de fleste veiene/gatene allerede bygget. Hvordan kan gater/veier ombygges slik at inngrepet/tiltaket minimeres? <p>0-punkts drift – Veieiere sier dette er et økende problem. Telehiv – Klimaendringer medfører store veivedlikehold pga. skader ved frysing/tinging.</p> <p>Erosjonssikring er viktig for å unngå skader.</p>

<p>08</p>	<p>Flerfunksjonalitet</p> <p>Generell kommentar pkt. 8 – spørsmålene er generelt for detaljert for at NVE skal ha noen mening om de. Det ble likevel diskutert rundt ulike aspekter.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bør det stilles det krav om at valgt løsning skal ha kvaliteter utover å være flomvei? - Hvilke konflikter mot myke trafikanter eller store fotgjengerstrømmer kan oppstå i veier tilrettelagt for flom? - Hvilke erfaringer finnes i gater/veier som er tilrettelagt for flom om avsetting fra taxi/buss? - Bør arealene prioriteres for flomveier opp mot annen bruk av gata? (møblering, skilt, sykkel, snødeponi etc) <p>Anbefaling om maks. vannstand avhenger av type areal og funksjon av arealet. Se NVE-veileder 4/2022 for anbefalte verdier.</p> <p>Konflikter med universell utforming generelt, kantsteiner etc.</p> <p>flomsikringstiltak kan implementeres med andre funksjoner (byrom, oppgradering av annen infrastruktur etc) for å skape flere synergieffekter når man først bygger. Og igjen skaffe finansiering</p> <p>Snøopplagene må hensyntas – dersom disse blir lagt feil, kan flomveien ta en annen vei om vinteren enn sommeren.</p> <p>Legge snøopplag i overvannsplan – for å kvalitetssikre at flomveier ivaretas på vinteren. Mer aktuelt i områder med mye snø. Være oppmerksom på at snø kan endre flomveiene.</p>
<p>09</p>	<p>Drift</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hvordan ivareta drift i planleggingsfasen? - Har du erfaringer knyttet til vedlikehold av etablerte tiltak, også vinterstid? - Hva med allerede etablerte offentlige flomveier? - Utarbeides plan for FDV (forvaltning, drift- og vedlikeholdsplan)? - Bør det sikres involvering av driftspersonell? <p>Intet å meddele</p>
<p>10</p>	<p>Offentlige tillatelser og juridiske utfordringer (kun dersom tiden strekker til)</p> <p>Generell kommentar pkt. 10 – spørsmålene er generelt for detaljert for at NVE skal ha noen mening om de. Det ble likevel diskutert rundt ulike aspekter.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hvordan bør forholdet til relevant lovverk ivaretas, herunder lokalt vedtatte krav? - Er det noen spesielle utfordringer ved innhenting av nødvendige tillatelser som dere vil trekke frem? - Hvordan kan evt. avtaler med berørte grunneiere sikres? - Hvordan kan ansvar for fremtidige skader ivaretas? <p>Bærum kommune har erfaring med avtaler med berørte grunneiere og ansvar for fremtidige skader. Rambøll har fått kontaklinformasjon.</p> <p>Påslipp til vassdrag kan være konsesjonspliktig – allmenne hensyn i vannressursloven – ved forurensning av tungmetaller/gummi til resipient. Da er NVE ansvarlig. Har aldri skjedd, men kan skje.</p>

	<p>Myndighetsroller: NVE: allmenne interesser/hensyn, konsesjonsmyndighet Kommune: plan- og bygningsmyndighet. Kommunen må definere om noe er et vassdrag. Statsforvalter: myndighet for miljøutslipp</p> <p>Det kommer en veileder om kantvegetasjon publisert av NVE snart.</p> <p>Avsluttende diskusjon: Bruke PBL så langt som mulig, den ivaretar det meste. Det ligger mer i PBL enn man egentlig bruker i dag. Husk også veiloven. Vanskelig spørsmål med vann i vei, der §57 beskriver at det ikke er lov å lede inn «kloakkvatn eller drensvatn» inn i offentlig vei. Mye gråsoner mot forurensningsloven (Overvannstiltak). Beskrive og redegjøre ansvar ved etablering eller ikke etablering av flomvei. Beredskapsplan – lovpålagt – herunder naturhendelse – Sivilbeskyttelsesloven.</p>
<p>11</p>	<p>Kontaktperson(er) for videre henvendelser</p>
<p>12</p>	<p>Annet?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vi mottar gjerne illustrerende/gode bilder av flomveier i vei/gate, men også i andre arealer. Gjerne i driftssituasjon/ekstrem driftssituasjon hvis dette finnes. - Vi mottar gjerne relevante veiledere, papers, litteratur m.fl. <p>NVE arbeider med en eksempelsamling. Rambøll har fått kontaktinformasjon.</p>

Vedlegg til møtereferatet:

1 –

MØTEREFERAT

Oppdragsnavn **Utarbeidelse av designveileder for flomvei i vei og gate**
 Oppdragsnr. **1350053078**
 Emne **Erfaringsinnhenting**

Møtedato **23.11.2022**
 Sted **Teams**
 Møte nr. **1**
 Arrangør **Rambøll på vegne av BYM**

Referent **(Rambøll)**
 Deltagere **Stina Karlstrøm - BYM
 Marie Langsholt Holmqvist - BYM
 Jakob Myking - Rambøll
 Sigmund Wiig Petersen - Rambøll
 Ida Karoline Andresen - Rambøll
 Jakob N. Jensen - København kommune**

Kopi:

Neste møte: -

Sak nr.	Tekst
00	<p>Møtets hensikt</p> <p>Dette møtet er avholdt mellom RNO og København kommune på vegne av BYM. Hensikten med møtet er å innhente erfaringer fra ulike aktører angående planlegging av flomveier i vei og gate. Erfaringsinnhentingene skal benyttes videre i arbeidet med designveileder for flomvei i vei og gate. Det er blitt tatt utgangspunkt i et fast intervjuoppsett for samtalerne.</p> <p>Forkortelser benyttet i referatet: BYM - Oslo kommune v/ Bymiljøetaten RNO - Rambøll</p>
01	<p>Orientering om prosjektet</p> <p>Rambøll skal sammen med BYM utvikle en designveileder for flomveier i vei og gate. Denne veilederen skal gjøre det enklere for kommuner og utbyggere å utforme og dimensjonere flomveier i gater og veier, og tilpasse eksisterende flomveier i gater. Oppdraget er delt inn i to faser.</p> <p>I første fase av arbeidet skal det gjennomføres en erfaringsinnhenting i form av litteratursøk og noen intervjuer av sentrale aktører som står ovenfor eller har erfaring og kunnskap knyttet til relevante problemstillinger vedr. planlegging og tilpasning til flom i by.</p> <p>I andre fase utarbeides en designveileder for flomvei i vei og gate med grunnlag i erfaringsinnhentingene i fase 1.</p>
02	<p>Orientering om intervjuet</p> <p>Intervjuet vil foregå som en samtale hvor vi støtter oss til en liste med konkrete spørsmål innenfor utvalgte overordnede temaer og utfordringer knyttet til disse. Alle aktører får samme spørsmål selv om noen temaer kan være mer relevant for noen enn andre. Aktørene har ulik bakgrunn, og bes om å svare med utgangspunkt i den bakgrunnen den enkelte sitter med (praktisk, teoretisk, kunnskap de har innen temaet, rutiner og hva er</p>

	<p>praksis m.fl.). Spørsmålene/møtereferatmalen sendes over i forkant. Det settes av 1,5 time til hver samtale.</p> <p>Følgende temaer vil bli berørt i samtalen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Behovsanalyse • Dimensjoneringsgrunnlag • Tverrsnitt og arealdisponering av gateutforming • Oppbygging og materialvalg • Flerfunksjonalitet • Drift • Offentlige tillatelser og juridiske utfordringer
<p>03</p>	<p>Jakob N. Jensen erfaringer/øvrige innspill Prosjektleder i København kommune - Klimatilpasning Vest Arbeider i avsluttende prosjekteringsfase og gjennomføring av skybruddsprosjekter i København.</p> <p>En av ca. 50 personer som kun jobber med skybruddsprosjekter i København.</p>
<p>04</p>	<p>Behovsanalyse</p> <p>- Hva opplever du som best fremgangsmåte for å vurdere hvor det bør etableres flomvei (i vei og gate eller annet areal utenfor vei hvis relevant)?</p> <p>I København er det føringene i Skybruddsmasterplanene som i hovedsak er grunnlaget for opparbeidelse av flomveier i kommunen. Det ble i 2012 laget en overordnet Skybruddsplan som senere er delt inn i skybruddsmasterplaner basert på nedbørfelt i København. Masterplanen er relativ detaljert, og løsningene baserer seg som regel på det som er planlagt i forbindelse med disse. Kommunen jobber allikevel med å konkretisere tiltakene enda mer for å sikre gjennomførbarhet i detaljeringsprosessen. I noen tilfeller lar ikke føringene i masterplanene seg gjennomføre når man ser på problemstillingene mer konkret i detaljeringsfasen. Prosjektene kan derfor bli betydelig utvidet i prosjekteringsfasen, noe som kan gjøre at beslutningstakere kan bli misfornøyde når prosjektene overskrider budsjett.</p> <p>Det er satt i gang rundt 300 prosjekter basert på masterplanene, 10-20 prosjekter er i prosjektering eller byggefase.</p> <p>Prosjekter som nevnes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tåsinge Plads og Tåsinge gade (foregangsprosjekt) • Bryggervangen og Skt. Kjelds Plads (her sikres first flush) • Enghaveparken • Bispebjerg (infiltrasjon og tilbakeholdelse) <p>Skybruddsprosjekter finansieres av Københavns kommune og forsyningsselskapet (HOFOR - ledningsnetteier). Forsyningsselskapet bidrar med den største potten. Grunnen til dette er at overvann håndteres på overflaten og avlaster rørene til forsyningsselskapene.</p> <p>I ett prosjekt; Denestein-lagerplass bidrar ikke kommunen økonomisk. Pengene kommer fra takstmidler.</p> <p>- Bør det benyttes spesifikke kriterier og/eller overordnede planer i utvelgelsen?</p>

	<p>Dette gjøres i tidligere faser enn når Jakob N. Jensen er involvert.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hvilke vurderinger og/eller undersøkelser bør gjøres i forbindelse med valg av egnede arealer/gater til flomveier? <p>Dette gjøres i tidligere faser enn når Jakob N. Jensen er involvert.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hvordan bør andre berørte etater/avdelinger/foretak involveres i utvelgelsen? <p>Dette gjøres i tidligere faser enn når Jakob N. Jensen er involvert.</p>
<p>05</p>	<p>Dimensjoneringsgrunnlag</p> <ul style="list-style-type: none"> - Har du noen tanker om hvilke fremgangsmåte/praksis som bør benyttes for å komme frem til dimensjonerende gjentakintervall for flommen? <p>Jakob N. Jensen er ikke involvert i dimensjonering av flomveier. Men nevner servicenivå på 10 cm ved husvegg og at det benyttes 100-årshendelse i 2100 som dimensjoneringskriterie.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hvordan bør det utføres kontroll av tverrsnittskapasitet for planlagt flomvei/situasjon? <p>Ble ikke nevnt i samtalen.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Utløp til resipient: erfaringer, innspill fra aktører på sentrale punkter <p>Erfaringer gjøres først når det skjer store hendelser. De fleste tiltak har fungert fint ved mindre nedbørshendelser så langt.</p> <p>Faskiner (kassetmagasin til fordrøyning) er lett å måle mtp. tilgjengelig volum. Åpne løsninger er vanskeligere å måle, og vanskeligere å drifte for å opprettholde volumene. Det er vanskelig å ha oversikt over biomasse o.l. som bygger seg opp i de naturlige løsningene.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Skybruddsriser er benyttet en god del i kommunen. Hvilke erfaringer har man med dette? <p>De er nesten uunngåelige. Driftsavdelingen er normalt ikke så glad i dem, men drift av de er relativt enkel. Skybruddsriser er mye mer kostbare enn normale sluk. Dette gjør at de ofte ikke blir reparert grunnet kostnadene de har sett opp mot driftsbudsjett. Dyre løsninger blir noen ganger ikke driftet grunnet økonomi. Ofte blir de skiftet ut med billigere løsninger.</p>
<p>06</p>	<p>Tverrsnitt og arealdisponering av gateutforming</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hvilke vurderinger og/eller undersøkelser bør gjøres ifm. konkret beslutning av egnet løsning/tverrsnitt og hva vektlegges? <p>Det er viktig å gjøre løsningene så enkle som mulig, uten mye teknikk.</p> <p>Eksempel fra Enghaveparken med sluser. Teknisk vanskelig med åpning og lukking av sluser. En feil kan gjøre at hele prosjektet ikke virker eller får den funksjonen som ønskes i en flomsituasjon.</p> <ul style="list-style-type: none"> - I hvor stor grad bør det vektlegges senere driftsbehov i valg av type løsning? <p>Bør vektlegges. Det er viktig å lages gode drifts og vedlikeholdsrutiner for å sikre at tiltakene fungerer når de skal. Prosjektene skal være fine, men også skal virke i dag og om 100 år. Løsningene bør være robuste og ikke kreve særlig med drift.</p> <p>Det bør etableres simple løsninger. Løsningene bør være mekaniske og ikke trenge f.eks. strøm. Pumper kan slutte å fungere.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - Styrende normer og veiledere: muligheter og begrensninger for tilretteleggelse for flomveier Ble ikke nevnt i samtale. - Hvilke erfaringer finnes med tanke på ulike typer tverrsnitt for flomvei i vei/gate? Profilendringer er det som i hovedsak benyttes. Andre ganger blir kantstein hevet. - Hvilke erfaringer finnes ved fare for overvann (f.eks. adkomst/fremkommelighet, personer, bygg)? Hvordan forholder aktøren seg til dette? Hvilket regelverk/veiledning benyttes/finnes? Å rense vann er vanskelig når det skal brukes til rekreasjon da strenge krav til vannkvalitet gjelder. - Bør det vurderes behov for regulering ved anleggelse av flomvei? Ble ikke nevnt i samtale.
<p>07</p>	<p>Oppbygging og materialvalg</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hva er sentralt å ivareta med tanke på veioppbyggingen av en flomvei i vei/ev oppbygging av flomveier i annet areal utenfor vei? Det kan oppleves store problemer med ledningseier. I Københavns kommune opererer de med gjesteprikket: alle ledninger ligger som gjester i offentlig vei. Hvis det skal gjøres prosjekter i vei må alle ledninger flyttes uten kostnad for kommunen. Under gjennomføringen er det ikke alltid at ledningseiere gjør det som skal gjøres. Noen ganger møter de ikke opp og gjør ikke det de skal gjøre. Dette kan skape kaos i gjennomføringsprosjekter og mange krangler med ledningseiere. I noen tilfeller gjør de det som prosjektet og København Kommune ønsker, men det varierer. - Hvilke konsekvenser av ombygging av vei eller bygging av ny vei kan forventes med tanke på infrastruktur? Hvilke opplevde erfaringer finnes? I forbindelse med skybruddsprosjektene gis det beskjed til ledningseiere. «Vi senker veien 50cm, og kabeleiere må tilpasse seg.» Ingen sentral koordinering mellom ledningseiere og prosjektet, noe som er ønskelig at innføres. Rådgiverne har ansvaret for å involvere alle ledningseiere og koordinere. Ofte hyres samme entreprenør til å legge om ledninger som de som gjør skybruddsveien. Noen ganger flyttes ledninger i forkant av at prosjektet gjennomføres. - Har aktøren opplevd/sett behov for erosjonsikring i flomveier? Ikke relevant, da det er meget flatt i Danmark. - Hvilke erfaringer finnes med tanke på fokus på erosjonssikring, men samtidig aspektet av å redusere vannhastigheten (og faren for overvann)? Ikke relevant, da det er meget flatt i Danmark. - Hvordan kan elementer i gaten benyttes eller hvordan kan gaten utformes til å styre vannet i ønsket retning? Omprofilering og endring av fall på veiene gjøres i rimelig stor grad. Erfaring fra Københavns kommune er at det er mye billigere å holde overvann på overflaten enn å lede overvannet ned i rør i bakken. - Tips, erfaringer, innspill på gjenbruk av materialer ved ombygging/nybygging av vei tilrettelagt for flom.

	<p>Det meste er gitt på forhånd i prosjekteringen. København prøver å gjenbruke materialer i størst mulig grad. Det lages en egen gjenbruksplass hvor man kan hente ut materialer. Asfalt og betong blir kjørt til anleggsstasjon, knuses og brukes som oppbygning i veiene. Mye billigere enn å bruke nye materialer. København bruker ofte gass- eller EL-anleggsmaskiner. Utslippsfritt.</p> <ul style="list-style-type: none"> - I mange byer er de fleste veiene/gatene allerede bygget. Hvordan kan gater/veier ombygges slik at inngrepet/tiltaket minimeres? Samme som over.
<p>06</p>	<p>Flerfunksjonalitet</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bør det stilles det krav om at valgt løsning skal ha kvaliteter utover å være flomvei? Generelt; Ja, se understående spørsmål og svar. <p>Eksempel på hvor skybruddsløsning ble prioritert over andre kvaliteter: I prosjektet Bryggervangen og Skt. Kjelds Plads var det ikke plass til sykkelsti hvis skybruddsløsninger skulle gjennomføres. Dette medførte at sykkelveier ble lagt ned, som er svært sjelden i København.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hvilke konflikter mot myke trafikanter eller store fotgjengerstrømmer kan oppstå i veier tilrettelagt for flom? Syklister ønsker ikke å sykle på ristene/skybruddsrennene. De velger da heller å sykle på veibanen for å unngå dette. Dette gjør det farligere for syklister. - Hvilke erfaringer finnes i gater/veier som er tilrettelagt for flom om avsetting fra taxi/buss? Ingen erfaring. - Bør arealene prioriteres for flomveier opp mot annen bruk av gata? (møblering, skilt, sykkel, snødeponi etc) Bryggervangen med fall inn mot midten, og benyttes kun der det kjøres langsomt med tanke på trafikksikkerhet. Bilene drar mot midten når fallet går innover. Når ristene ligger midt i veiene vil de enklere kunne gå i stykker. <p>Innbyggerne er generelt glade for det grønne innslaget blågrønn struktur gir. Krav i København: Ikke lov til å infiltrere hvis det er mindre en 5 m til kjellervegg. Det oppleves mer fukt i grunnnet grunnet mer vann i jorden, og folk har opplevd å vann i kjeller etter at skybruddsprosjekter er fullført. Om den spesifikke grunnen er skybruddstiltaket spesifikt er usikkert.</p> <p>Det er viktig med god kommunikasjon for å sikre at de som blir berørt har mulighet til å gjøre utbedringer i forkant (f.eks. tetting mot grunnmur).</p>
<p>07</p>	<p>Drift</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hvordan ivareta drift i planleggingsfasen? Generelt må dette hensyntas. - Har du erfaringer knyttet til vedlikehold av etablerte tiltak, også vinterstid? Omfang av vedlikehold/drift vinterstid varierer stort fra vinter til vinter. Ikke mye erfaring med tanke på snø. Alle fortau blir saltet av grunneiere. Om vinter går alt saltet ut i de grønne feltene. Dette er i et tilfelle løst ved at det er etablert linjedren langs hele fortauet

	<p>som leder overvannet til ledningsnettene om vinter grunnet salt. Ledes til nettet ved bruk av en spjeld/luke. Ved å stille inn spjeldet går vannet til grøntarealet på sommeren.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hva med allerede etablerte offentlige flomveier? - Utarbeides plan for FDV (forvaltning, drift- og vedlikeholdsplan)? - Bør det sikres involvering av driftspersonell?
08	<p>Andre spørsmål</p> <ul style="list-style-type: none"> - Er noen av tiltakene igangsatt av andre grunner enn masterplanen. Som f.eks funksjon av at ledninger skal bygges om? <p>I liten grad. Det er kun små tiltak som gjøres utenom masterplanene.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Er det satt et flatt nivå for servicenivå? 5cm ved hus. - Er det noe møblering man ikke kan ha i skybruddsveier. Noen retningslinjer for dette? Nei, men generelt oppleves det at alt som kan gå i stykker går i stykker.
09	Kontaktperson(er) for videre henvendelser
10	<p>Annet?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vi mottar gjerne illustrerende/gode bilder av flomveier i vei/gate, men også i andre arealer. Gjerne i driftssituasjon/ekstrem driftssituasjon hvis dette finnes. - Vi mottar gjerne relevante veiledere, papers, litteratur m.fl.

Vedlegg til møtereferatet:

1 -

MØTEREFERAT

Oppdragsnavn **Utarbeidelse av designveileder for flomvei i vei og gate**
 Oppdragsnr. **1350053078**
 Emne **Erfaringsinnhenting**

Møtedato **22.11.2022**
 Sted **Teams**
 Møte nr. **1**
 Arrangør **Rambøll på vegne av BYM**

Referent **(Rambøll)**
 Deltagere **Stina Karlstrøm - BYM
 Marie Langsholt Holmqvist - BYM
 Sigmund Wiig Petersen - Rambøll
 Ida Karoline Andresen - Rambøll
 Anne Laustsen - Aarhus Vand**

Kopi:

Neste møte: -

Sak nr.	Tekst
00	<p>Møtets hensikt</p> <p>Dette møtet er avholdt mellom RNO og Anne Laustsen på vegne av BYM. Hensikten med møtet er å innhente erfaringer fra ulike aktører angående planlegging av flomveier i vei og gate. Erfaringsinnhentingene skal benyttes videre i arbeidet med designveileder for flomvei i vei og gate. Det er blitt tatt utgangspunkt i et fast intervjuoppsett for samtalene.</p> <p>Forkortelser benyttet i referatet: BYM - Oslo kommune v/ Bymiljøetaten RNO - Rambøll</p>
01	<p>Orientering om prosjektet</p> <p>Rambøll skal sammen med BYM utvikle en designveileder for flomveier i vei og gate. Denne veilederen skal gjøre det enklere for kommuner og utbyggere å utforme og dimensjonere flomveier i gater og veier, og tilpasse eksisterende flomveier i gater. Oppdraget er delt inn i to faser.</p> <p>I første fase av arbeidet skal det gjennomføres en erfaringsinnhenting i form av litteratursøk og noen intervjuer av sentrale aktører som står ovenfor eller har erfaring og kunnskap knyttet til relevante problemstillinger vedr. planlegging og tilpasning til flom i by.</p> <p>I andre fase utarbeides en designveileder for flomvei i vei og gate med grunnlag i erfaringsinnhentingene i fase 1.</p>
02	<p>Orientering om intervjuet</p> <p>Intervjuet vil foregå som en samtale hvor vi støtter oss til en liste med konkrete spørsmål innenfor utvalgte overordnede temaer og utfordringer knyttet til disse. Alle aktører får samme spørsmål selv om noen temaer kan være mer relevant for noen enn andre. Aktørene har ulik bakgrunn, og bes om å svare med utgangspunkt i den bakgrunnen den enkelte sitter med (praktisk, teoretisk, kunnskap de har innen temaet, rutiner og hva er</p>

	<p>praksis m.fl.). Spørsmålene/møtoreferatmalen sendes over i forkant. Det settes av 1,5 time til hver samtale.</p> <p>Følgende temaer vil bli berørt i samtalen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Behovsanalyse • Dimensjoneringsgrunnlag • Tverrsnitt og arealdisponering av gateutforming • Oppbygging og materialvalg • Flerfunksjonalitet • Drift • Offentlige tillatelser og juridiske utfordringer
<p>03</p>	<p>Innledningsvis</p> <p>Anne Laustsen: Leder for avdeling klimatilpasning i Aarhus Vand. Anne har jobbet med klimatilpasning i mange år, og har bl.a. samarbeidet med Bærum kommune i Norge i innovasjonsprosjekt.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Avdeling for klimatilpasning jobber på flere nivåer, både detaljert og opp til overordnet nivå. - Når overleveres arbeidet videre/Prosjektnivåavgrensning: Planlegging inntil den hydrauliske løsningen er fastsatt. Etter det går den videre til detaljprosjektering og utførelse. - Hydraulisk simulering er styrende for arbeidet og anbefalte tiltak. - Scalgo LIVE som verktøy – screening. Brukes for å lage prioriteringer av videre tiltak.
<p>04</p>	<p>Behovsanalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hva opplever du som best fremgangsmåte for å vurdere hvor det bør etableres flomvei (i vei og gate eller annet areal utenfor vei hvis relevant)? <p>Først utarbeides en hydraulisk modell for simulering av vannets veier. Så kartlegges dagens situasjon og fremtidig situasjon for vannets veier og skadeomfang. Videre utarbeides en nytte-kostnadsanalyse. Funnene i denne analysen brukes for å vurdere om det lønner seg å la situasjonen forbli slik den er i dag (at det lønner seg å reparere skader som kommer av flom) eller om det er mer lønnsomt å utføre oppgraderinger/forbedringer. Ved kartlegging avdekkes også problemområder som kan være utfordrende å gjøre noe med.</p> <p>Denne modellen/fremgangsmåten er også implementert i Bærum sitt innovasjonsprosjekt der blant annet Aarhus Vand deltar. Bærum tar også med seg synergieffekter som et vurderingskriterium sammen med kost-nytte analysen. Med synergieffekter menes om tiltaket kan sees i sammenheng med andre prosjekter eller tiltak som er til nytte for innbyggerne.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bør det benyttes spesifikke kriterier og/eller overordnede planer i utvelgelsen? <p>Det sees på områder som allerede skal oppgraderes/oppdateres. Og se på tiltak i forbindelse med fremtidige byggeplaner sammen med Aarhus kommune, byromutforming.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hvilke vurderinger og/eller undersøkelser bør gjøres i forbindelse med valg av egnede arealer/gater til flomveier? <p>Det er sentralt å avklare hva er realistisk å få til og om det lar seg gjennomføre økonomisk. Befaringer er viktig i prosessen for å finne de riktige løsningene.</p>

	<p>Ved modellering kjøres ulike gjentakintervall – Ved kost nytte skal ulike intervaller simuleres og det skal presenteres ulike tiltak for samlet situasjon. Se nedstrøms og oppstrøms for en gitt situasjon for å finne det beste avbøtende tiltaket.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hvordan bør andre berørte etater/avdelinger/foretak involveres i utvelgelsen? <p>Samarbeid med kommunen i slike prosjekter: Omfattende å samarbeide med øvrige etater. Det er derfor viktig med formidling av synergieffektene av slike tiltak. Har koordineringsmøter for å sikre at alle interessenter og etater får ivaretatt sine behov og skape synergier.</p> <p>Synergier: Samtidig planlegging og prosjektering, men også avklare om det er nærliggende areal som har behov for noen funksjoner (f. eks. mangel av lekeplass på skole, mens det er areal i nærheten avsatt til overvann. Arealene kan fungere både som håndtering av overvann og lekeplass for skolen).</p> <p>Grensesnitt mellom Aarhus kommune og Aarhus Vand: Forsyningsselskapet er skilt ut fra kommunen som eget kommunalt eid foretak (AS) og er eier av ledningene. Grensesnittet er håndtering av spillvann og overvann. Overvannssystemet skal håndtere en 5-årshendelse, og felleskloakk skal håndtere en 10-årshendelse. Håndtering av overvann i flomveier, dersom det lønner seg samfunnsøkonomisk.</p>
<p>05</p>	<p>Dimensjoneringsgrunnlag</p> <ul style="list-style-type: none"> - Har du noen tanker om hvilke fremgangsmåte/praksis som bør benyttes for å komme frem til dimensjonerende gjentakintervall for flommen? - Hvordan bør det utføres kontroll av tverrsnittskapasitet for planlagt flomvei/situasjon? - Utløp til resipient: erfaringer, innspill fra aktører på sentrale punkter <p>Det utarbeides en hydraulisk modell av overflaten og ledningssystemet ref. ovenstående punkt som grunnlag til en nytte-kostnadsanalyse.</p> <p>Det er to muligheter for nytte-kostnadsanalysen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Servicenivå for 5 år (overvann) eller 10 år (felleskloakk). Tiltak etableres på terreng i stedet for, eller i tillegg til, å utbedre ledningsnettets dersom nytte-kostnadsanalysen viser at det er en samfunnsøkonomisk gevinst. • Heve servicenivået (det er sjeldent det gir en samfunnsøkonomisk gevinst å heve servicenivået). <p>Nytte-kostnadsanalysen tar ikke med merverdiene tiltakene gir (f.eks. verdsetting av rekreasjon eller biologisk mangfold). Analysen tar kun hensyn til ulempene anleggskostnadene gir mot fordelene som unngåtte skader på grunn av flom ville gitt.</p>
<p>06</p>	<p>Tverrsnitt og arealdisponering av gateutforming</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hvilke vurderinger og/eller undersøkelser bør gjøres ifm. konkret beslutning av egnet løsning/tverrsnitt og hva vektlegges? - I hvor stor grad bør det vektlegges senere driftsbehov i valg av type løsning? - Styrende normer og veiledere: muligheter og begrensninger for tilretteleggelse for flomveier - Hvilke erfaringer finnes med tanke på ulike typer tverrsnitt for flomvei i vei/gate? <p>Endrer på veitraseer/omprofilering for lede vannet på riktig sted for å redusere skadeomfang. I et eksempel har Aarhus positiv erfaring hvor tverrprofilen ble dreid med</p>

	<p>ensidig tverrfall mot yttersvingen (motsatt enn det som er tradisjon for), slik at vannet ble ledet ut i periferien. I dette tilfellet var det i tillegg positivt utover håndtering av overvannet, fordi det også ble et fartsreducerende tiltak ved eksisterende skole pga. ensidig tverrfall mot yttersving. Aarhus kommune skal gjøre et tilsvarende prosjekt i sentrum nå.</p> <p>Andre typiske tiltak er heving av kantstein, heving av vei, tiltak for å lede vannet dit det ønskes det skal gå. Det er utfordringer med å heve kantstein. Tilgjengelighet (Universell utforming), konflikt med bilister- innkjøringer.</p> <p>Omprofilering: Kostnadsdrivende jobb, og det blir fort mer omfattende enn man estimerer under prosjektering.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hvilke erfaringer finnes ved fare for overvann (f.eks. adkomst/fremkommelighet, personer, bygg)? Hvordan forholder aktøren seg til dette? Hvilket regelverk/veiledning benyttes/finnes? <p>Vannhastighet og sikkerhets for menneskeliv – Vannhastighet er så lav at det pt. ikke er ansett som risiko.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bør det vurderes behov for regulering ved anleggelse av flomvei?
<p>07</p>	<p>Oppbygging og materialvalg</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hva er sentralt å ivareta med tanke på veioppbyggingen av en flomvei i vei/ev oppbygging av flomveier i annet areal utenfor vei? <p>Samme oppbygging av flomvei som tradisjonelle veier.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hvilke konsekvenser av ombygging av vei eller bygging av ny vei kan forventes med tanke på infrastruktur? Hvilke opplevde erfaringer finnes? <p>Ingen radikale utfordringer eller konflikter med eksisterende infrastruktur under bakken sammenlignet med tradisjonelle anleggsarbeider.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Har aktøren opplevd/sett behov for erosjonsikring i flomveier? <p>Hastighetsutfordring: benytter grenseverdier på flux mot bygg. Bygg berøres med 10 cm vann, en del av omkretsen inntil en viss mengde. Undersøker kun bygg, og ikke erosjonsskader på vei da dette ikke har vært et problem. Har heller ikke opplevd erosjonsskader på vei.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hvilke erfaringer finnes med tanke på fokus på erosjonsikring, men samtidig aspektet av å redusere vannhastigheten (og faren for overvann)? - Hvordan kan elementer i gaten benyttes eller hvordan kan gaten utformes til å styre vannet i ønsket retning? <p>Veihumper, styrer vann og forsinker vann – positivt for beboerne.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tips, erfaringer, innspill på gjenbruk av materialer ved ombygging/nybygging av vei tilrettelagt for flom. <p>Bruker gjenbruk mest mulig som er en del av bærekraftsplanen.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - I mange byer er de fleste veiene/gatene allerede bygget. Hvordan kan gater/veier ombygges slik at inngrepet/tiltaket minimeres? <p>Spørsmål fra BYM – Kost nytte-analyse: Brukes i ALLE prosjekter. To metoder, varierer fra nye byggerier og rehabiliterings- prosjekter. Se pkt. 5 for beskrivelse.</p>
08	<p>Flerfunksjonalitet</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bør det stilles det krav om at valgt løsning skal ha kvaliteter utover å være flomvei? - Hvilke konflikter mot myke trafikanter eller store fotgjengerstrømmer kan oppstå i veier tilrettelagt for flom? - Hvilke erfaringer finnes i gater/veier som er tilrettelagt for flom om avsetting fra taxi/buss? - Bør arealene prioriteres for flomveier opp mot annen bruk av gata? (møblering, skilt, sykkel, snødeponi etc) <p>Ikke relevant, eller ivaretatt gjennom øvrige punkt.</p>
09	<p>Drift</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hvordan ivareta drift i planleggingsfasen? - Har du erfaringer knyttet til vedlikehold av etablerte tiltak, også vinterstid? - Hva med allerede etablerte offentlige flomveier? - Utarbeides plan for FDV (forvaltning, drift- og vedlikeholdsplan)? - Bør det sikres involvering av driftspersonell? <p>Ikke relevant, eller ivaretatt gjennom øvrige punkt.</p>
10	<p>Offentlige tillatelser og juridiske utfordringer (kun dersom tiden strekker til)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hvordan bør forholdet til relevant lovverk ivaretas, herunder lokalt vedtatte krav? - Er det noen spesielle utfordringer ved innhenting av nødvendige tillatelser som dere vil trekke frem? - Hvordan kan evt. avtaler med berørte grunneiere sikres? <p>Grunneier har ansvar for skader på eget hus og eiendom. Noen ganger gir de veiledning til innbyggere for å forebygge skader på bygg. Har også veiledning på nett på hvordan man skal gjøre klimatilpasnings på privat eiendom.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hvordan kan ansvar for fremtidige skader ivaretas?
11	<p>Kontaktperson(er) for videre henvendelser</p>
12	<p>Annet?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vi mottar gjerne illustrerende/gode bilder av flomveier i vei/gate, men også i andre arealer. Gjerne i driftssituasjon/ekstrem driftssituasjon hvis dette finnes. - Vi mottar gjerne relevante veiledere, papers, litteratur m.fl.

MØTEREFERAT

Oppdragsnavn **Utarbeidelse av designveileder for flomvei i vei og gate**
 Oppdragsnr. **1350053078**
 Emne **Erfaringsinnhenting**

Møtedato **02.12.2022**
 Sted **Teams**
 Møte nr. **1**
 Arrangør **Rambøll på vegne av BYM**

Referent **(Rambøll)**
 Deltagere **Stina Karlstrøm - BYM
 Marie Langsholt Holmqvist - BYM
 Jakob Myking - Rambøll
 Sigmund Wiig Petersen - Rambøll
 Thea Skrede - NTNU**

Kopi:

Neste møte:

Sak nr.	Tekst
00	<p>Møtets hensikt</p> <p>Dette møtet er avholdt mellom RNO og Thea Skrede (stipendiat) på vegne av BYM. Hensikten med møtet er å innhente erfaringer fra ulike aktører angående planlegging av flomveier i vei og gate. Erfaringsinnhentingene skal benyttes videre i arbeidet med designveileder for flomvei i vei og gate. Det er blitt tatt utgangspunkt i et fast intervjuoppsett for samtalenene.</p> <p>Forkortelser benyttet i referatet: BYM - Oslo kommune v/ Bymiljøetaten RNO - Rambøll</p>
01	<p>Orientering om prosjektet</p> <p>Rambøll skal sammen med BYM utvikle en designveileder for flomveier i vei og gate. Denne veilederen skal gjøre det enklere for kommuner og utbyggere å utforme og dimensjonere flomveier i gater og veier, og tilpasse eksisterende flomveier i gater. Oppdraget er delt inn i to faser.</p> <p>I første fase av arbeidet skal det gjennomføres en erfaringsinnhenting i form av litteratursøk og noen intervjuer av sentrale aktører som står ovenfor eller har erfaring og kunnskap knyttet til relevante problemstillinger vedr. planlegging og tilpasning til flom i by.</p> <p>I andre fase utarbeides en designveileder for flomvei i vei og gate med grunnlag i erfaringsinnhentingene i fase 1.</p>
02	<p>Orientering om intervjuet</p> <p>Intervjuet vil foregå som en samtale hvor vi støtter oss til en liste med konkrete spørsmål innenfor utvalgte overordnede temaer og utfordringer knyttet til disse. Alle aktører får samme spørsmål selv om noen temaer kan være mer relevant for noen enn andre. Aktørene har ulik bakgrunn, og bes om å svare med utgangspunkt i den bakgrunnen den</p>

	<p>enkelte sitter med (praktisk, teoretisk, kunnskap de har innen temaet, rutiner og hva er praksis m.fl.). Spørsmålene/møterefatermalen sendes over i forkant. Det settes av 1,5 time til hver samtale.</p> <p>Følgende temaer vil bli berørt i samtalen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Behovsanalyse • Dimensjoneringsgrunnlag • Tverrsnitt og arealdisponering av gateutforming • Oppbygging og materialvalg • Flerfunksjonalitet • Drift • Offentlige tillatelser og juridiske utfordringer
<p>3</p>	<p>Theas erfaringer/øvrige innspill:</p> <p>Theas erfaringer/øvrige innspill:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Begynte sitt doktorat med tekniske vurderinger om hva som var en god flomvei og hvilke krav som bør stilles - Nå jobber Thea mer strategisk og på overordnet nivå med inngangsvinkel som infrastruktureier. Hva defineres som en flomvei o.l. <p>Tema/Spørsmål som Thea jobber med nå:</p> <ul style="list-style-type: none"> - I hvilken grad kan GIS brukes i definering av flomveier - Hvilke egenskaper kan brukes for å definere om en flomvei er egnet eller ikke - Hvilke mål skal kommunene jobbe med - Hvilke hastigheter kan tillates en flomvei - Metode for å vurdere om dagens flomveier er egnet eller ikke - Når blir en drenslinje flomvei? - Når inngår flomvei som en del av kommunens avløpsnett? <p>Masteroppgave - Case fra Bergen:</p> <p>I casestudien ble det undersøkt om bygater kan brukes som en del av norsk overvannshåndtering, og fungere som midlertidig sikre åpne flomveier under ekstreme hendelser for å transportere og flomvann.</p>
<p>02</p>	<p>Behovsanalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hva opplever du som best fremgangsmåte for å vurdere hvor det bør etableres flomvei (i vei og gate eller annet areal utenfor vei hvis relevant)? - Bør det benyttes spesifikke kriterier og/eller overordnede planer i utvelgelsen? - Hvilke vurderinger og/eller undersøkelser bør gjøres i forbindelse med valg av egnede arealer/gater til flomveier? - Hvordan bør andre berørte etater/avdelinger/foretak involveres i utvelgelsen? <p>Areal er veldig kostbart!</p> <p>Viktig å bli enige om hvor det ikke skal være vann. Vurdere om det er en bedre metodikk å sikre arealer som ikke skal ha vann enn å tilrettelegge de arealene som har vann?</p> <p>Anbefaler at det ikke planlegges store flomveier der det er høy trafikkhastighet. Hvordan bør disse arealene prioriteres?</p> <p>Drenslinjer er for usikkert til at man kan bruke de på en fornuftig måte. Hydrauliske modeller bør brukes.</p>

	<p>Ofte er det vanskelig å designe oss bort fra flom- og overvannsproblematikk. I byer og tettbygd strøk er flomveiene definert av den etablerte gatestrukturen.</p> <p>Definisjonen av «trygg» flomvei må gjøres av noen. Dette bør være en overordnet politisk vurdering. Hva godtar f.eks Oslo kommune vedr. dybde og hastighet? Hva er akseptabelt? Hva oppleves som ubehagelig er noe helt annet enn hva som er farlig.</p> <p>Det bør sikres god kommunikasjon til offentlighet. Hvordan påvirkes innbyggerne av at det etableres flomvei i deres gate/forbi deres hus.</p> <p>Dette er problemstillinger som er vanskelig å løse på et veiledernivå.</p> <p>Handler vel så mye om kommunikasjon som tekniske veiledere.</p> <p>Kommunisere hvor ofte man vil påvirkes av flomvei for innbyggernes sitt velbehag.</p> <p>Overhengende spørsmål som må løftes litt opp. Områdeutvikling. Bør alle gater ha en liten flomveifunksjon?</p>
<p>03</p>	<p>Dimensjoneringsgrunnlag</p> <ul style="list-style-type: none"> - Har du noen tanker om hvilke fremgangsmåte/praksis som bør benyttes for å komme frem til dimensjonerende gjentakintervall for flommen? - Hvordan bør det utføres kontroll av tverrsnittskapasitet for planlagt flomvei/situasjon? - Utløp til resipient: erfaringer, innspill fra aktører på sentrale punkter <p>Dimensjonering bør gjøres basert på hvilket risikonivå man er på. Hva kan gå galt? Hva bør sikres og hvilke arealer skal beskyttes mot vann?</p> <p>Innspill til mulige innfallsvinkler ved dimensjoneringskriterier: Er helning under en viss % bør man bruke mannings-formel Er helning over en viss % bør man bruke hydraulisk modell</p> <p>Man bør i detaljregulering vite hvilke mengder man snakker om.</p> <p>I litteratur fra utlandet gis det strengere krav jo høyere høyere stream order det er i elven. (stream order = hvor mange sideelver som er tilknyttet hovedelven) Det bør vurderes om dette kan benyttes i dimensjoneringen.</p> <p>Droppe trinn 2? Bodø kommune dropper f.eks. trinn 2 i indre by. Dette er på grunn av nærhet til sjø.</p> <p>Flomveier bør aktiveres min hvert 5 til 10 år. Dimensjonere for dette.</p> <p>Sette av egen fysisk trase som håndterer de minste vannmengdene.</p> <p>Man bør ikke ha trinn 1 hvis det ikke er koblet på trinn 3.</p> <p>Trinn 2 er imidlertid praktisk for energidemping (hastighet)</p>
<p>04</p>	<p>Tverrsnitt og arealdisponering av gateutforming</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hvilke vurderinger og/eller undersøkelser bør gjøres ifm. konkret beslutning av egnet løsning/tverrsnitt og hva vektlegges?

	<ul style="list-style-type: none"> - I hvor stor grad bør det vektlegges senere driftsbehov i valg av type løsning? - Styrende normer og veiledere: muligheter og begrensninger for tilretteleggelse for flomveier - Hvilke erfaringer finnes med tanke på ulike typer tverrsnitt for flomvei i vei/gate? - Hvilke erfaringer finnes ved fare for overvann (f.eks. adkomst/fremkommelighet, personer, bygg)? Hvordan forholder aktøren seg til dette? Hvilket regelverk/veiledning benyttes/finnes? - Bør det vurderes behov for regulering ved anleggelse av flomvei? <p>Lav vanndybde (8-15cm) og lav vannhastighet (1,5m/s) kan føre til fare for voksne mennesker ved at vannstrømmen kan føre til fall. Mennesker oppfatter ikke lav dybde og lav hastighet som farlig, noe som gjør det farligere.</p> <p>25cm kan føre til problemer. Som eksempel kan sykebiler få problemer med slik vanndybde. Vann ødelegger elbiler.</p> <p>Trikker kan stoppe ved relativt lave vannhastigheter.</p> <p>Det kan også oppstå problemer med parkerte biler: Når vann møter bildekk ledes vann til fortau.</p> <p>Biler kan også flyte avgårde og hindre fremkommelighet for andre kjøretøy. 15-20cm og høy vannføring vil kunne flytte biler. Det bør vurderes om det bør tillates å parkere biler i en sentral flomvei.</p> <p>Gjenstander i flomveien kan føre til lokal akselerasjon av vannet rundt objektet og potensielt økt erosjon.</p> <p>Vurdere henssynssoner, slik at man ved fremtidig utbygging sikrer at flomveien ikke blir påvirket av tiltak som kan medføre endring av flomveien.</p> <p>Retningsforandring: Hvordan forandre retning. Kan funke ved små hendelser, men mer utfordrende ved store vannføringer/hastigheter.</p> <p>Oppsamling og tømning av overvannet kan medføre redusert hastighet. Økt areal kan medføre lavere hastighet.</p> <p>Hva er best? Mange små eller en stor flomvei.</p> <p>Løsninger (hydraulikk) som avhenger av teknikk er generelt ikke å anbefale. Kan være sårbart og at teknikken ikke fungerer når man først, en sjelden gang, trenger det.</p>
<p>05</p>	<p>Oppbygging og materialvalg</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hva er sentralt å ivareta med tanke på veioppbyggingen av en flomvei i vei/ev oppbygging av flomveier i annet areal utenfor vei? - Hvilke konsekvenser av ombygging av vei eller bygging av ny vei kan forventes med tanke på infrastruktur? Hvilke opplevde erfaringer finnes? - Har aktøren opplevd/sett behov for erosjonsikring i flomveier? - Hvilke erfaringer finnes med tanke på fokus på erosjonssikring, men samtidig aspektet av å redusere vannhastigheten (og faren for overvann)? - Hvordan kan elementer i gaten benyttes eller hvordan kan gaten utformes til å styre vannet i ønsket retning?

	<ul style="list-style-type: none"> - Tips, erfaringer, innspill på gjenbruk av materialer ved ombygging/nybygging av vei tilrettelagt for flom. - I mange byer er de fleste veiene/gatene allerede bygget. Hvordan kan gater/veier ombygges slik at inngrepet/tiltaket minimeres? <p>Opphøyde fotgjengerfelt gjør at man ikke får sideveis utbredning av vannet hvis de etableres i lengderetning i kryssende gater. Liten glippe på sidene gjør at vannet ikke brer seg ut igjen.</p> <p>Kommunikasjon av flomeier. Fortelle byen at dette er en flomvei (nå går du på en flomvei). Male opp drenslinjer?</p> <p>Singapore (eksempler). Elverestaurering: fra betongkanal til restaurering av elv og natur. Mye ressurser er brukt på kommunikasjon til befolkningen.</p> <p>Forskning fra Italia og Spania. Store kanaler som stort sett er tørre. Hvis det aldri går vann i kanalen glemmer også innbyggere funksjonen.</p>
<p>06</p>	<p>Flerfunksjonalitet</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bør det stilles det krav om at valgt løsning skal ha kvaliteter utover å være flomvei? - Hvilke konflikter mot myke trafikanter eller store fotgjengerstrømmer kan oppstå i veier tilrettelagt for flom? - Hvilke erfaringer finnes i gater/veier som er tilrettelagt for flom om avsetting fra taxi/buss? - Bør arealene prioriteres for flomveier opp mot annen bruk av gata? (møblering, skilt, sykkel, snødeponi etc) <p>Viktig å stille krav til utrykningskjøretøy.</p> <p>Må tilpasse til at halve veien kan brukes, f.eks. hvordan få plass til utrykningsskjøretøy.</p> <p>Stenge vei ved nedbørvarsel?</p> <p>Flomvei er håndtering av «krisesituasjon». Blir ikke idylliske!</p> <p>Endre scope. Hva skal vi sikre! Viktig å legge trykk på at vi ikke bare etablerer flomvei, men sikrer byen for viktige funksjoner!</p> <p>Bedre med mange flomveier enn en sentral!</p>
<p>07</p>	<p>Drift</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hvordan ivareta drift i planleggingsfasen? - Har du erfaringer knyttet til vedlikehold av etablerte tiltak, også vinterstid? - Hva med allerede etablerte offentlige flomveier? - Utarbeides plan for FDV (forvaltning, drift- og vedlikeholdsplan)? - Bør det sikres involvering av driftspersonell? <p>Hva kommunen tillater seg av skader i veien. Sår vil medføre store skader ved flomhendelse.</p>

	<p>Det bør stilles strenge krav til standard i flomvei over tid for å sikre at det ikke oppstår skader som følge av erosjon.</p> <p>Er kommune ansvarlig for skaden som skjer hvis de har gjort tiltak? Skal private utbyggere ha ansvar for flomvei hvis de har fått krav til dette?</p> <p>Flomveier vil kreve mer drift enn vanlige veier.</p> <p>Fint med gode visuelle tegninger som viser løsningene.</p> <p>Mange driftsutfordringer kommer til å dukke opp underveis.</p>
08	<p>Offentlige tillatelser og juridiske utfordringer (kun dersom tiden strekker til)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hvordan bør forholdet til relevant lovverk ivaretas, herunder lokalt vedtatte krav? - Er det noen spesielle utfordringer ved innhenting av nødvendige tillatelser som dere vil trekke frem? - Hvordan kan evt. avtaler med berørte grunneiere sikres? - Hvordan kan ansvar for fremtidige skader ivaretas?
09	<p>Kontaktperson(er) for videre henvendelser</p>
10	<p>Annet?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vi mottar gjerne illustrerende/gode bilder av flomveier i vei/gate, men også i andre arealer. Gjerne i driftssituasjon/ekstrem driftssituasjon hvis dette finnes. - Vi mottar gjerne relevante veiledere, papers, litteratur m.fl.

Vedlegg til møtereferatet:

1 –