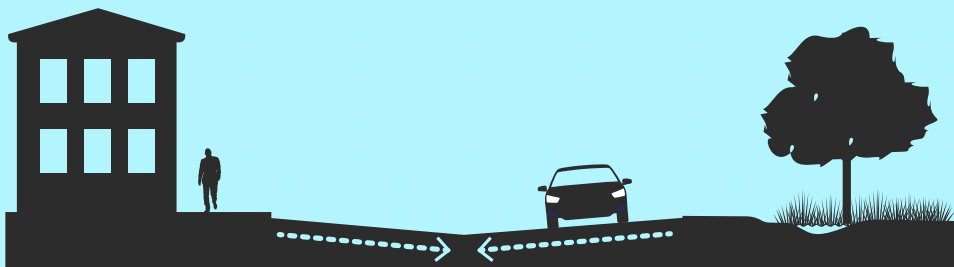


Designveileder

Utforming og dimensjonering av trygge flomveier i vei og gate



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 NTNU.

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 veilederen er det utarbeidet en kunnskapsrapport, K-RAP-001 Designveileder - flomveier i veier og gater – kunnskapsgrunnlag, som veilederen er basert på.

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



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

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

Versjon: 1.0

Utgitt: Oktober 2023

Innhold

Forord.....	3
Innhold.....	5
Innledning	6
01 Innledning.....	8
1.1 Leseveiledning.....	11
1.2 Slik brukes veilederen i planleggingsfasene.....	12
1.3 Begrepsforklaring.....	14
02 Rammebetingelser	16
2.1 Juridiske rammebetingelser.....	18
2.2 Fysiske rammebetingelser	20
03 Dimensjonering.....	22
3.1 Dimensjoneringsprinsipper	24
3.2 Risikoakseptnivå	26
04 Utforming av tverrsnittet	29
4.1 Tverrprofil.....	30
4.1.1 Tverrprofil: Ensidig fall.....	32
4.1.2 Tverrprofil: Takfall	34
4.1.3 Tverrprofil: V-profil.....	36
4.2 Kantstein	38
4.3 Grøft og vadi.....	40
4.4 Åpen kanal	42
4.5 Skybruddsrenne	44
4.6 Tverrstillt opphøyning av vei (fartshump)	46
4.7 Tverrstillt nedsenkning av vei (fartsdump)	48
4.8 Irish crossing.....	50
4.9 Nedsenket flomareal.....	52
05 Tilpasning av elementer i vei og gate	54
5.1 Veioppbygning.....	56
5.2 Overflater	59
5.3 Trær og vegetasjon.....	60
5.4 Møblering.....	63
5.5 Energidrepere	64
5.6 Rundkjøringer	66
5.7 Kryss.....	68
5.8 Drift	71
5.9 Kommunikasjon og bevisstgjøring av brukerne	72
06 Eksempler til inspirasjon.....	74
6.1 Eksempler til inspirasjon	77
6.1.1 Gina Krogs veg, Trondheim	78
6.1.2 Markveien, Oslo	80
6.1.3 Motzfeldts gate, Oslo.....	84
6.1.4 Søren Zakariassens gate, Tromsø.....	86
Kilder	88

Innledning

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 vanddampen i atmosfæren øker. Som et resultat kan vi forvente mer ekstrem nedbør, blant annet i form av kortvarige, intense og lokale regnskylt. 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 veilederen 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.

Mål

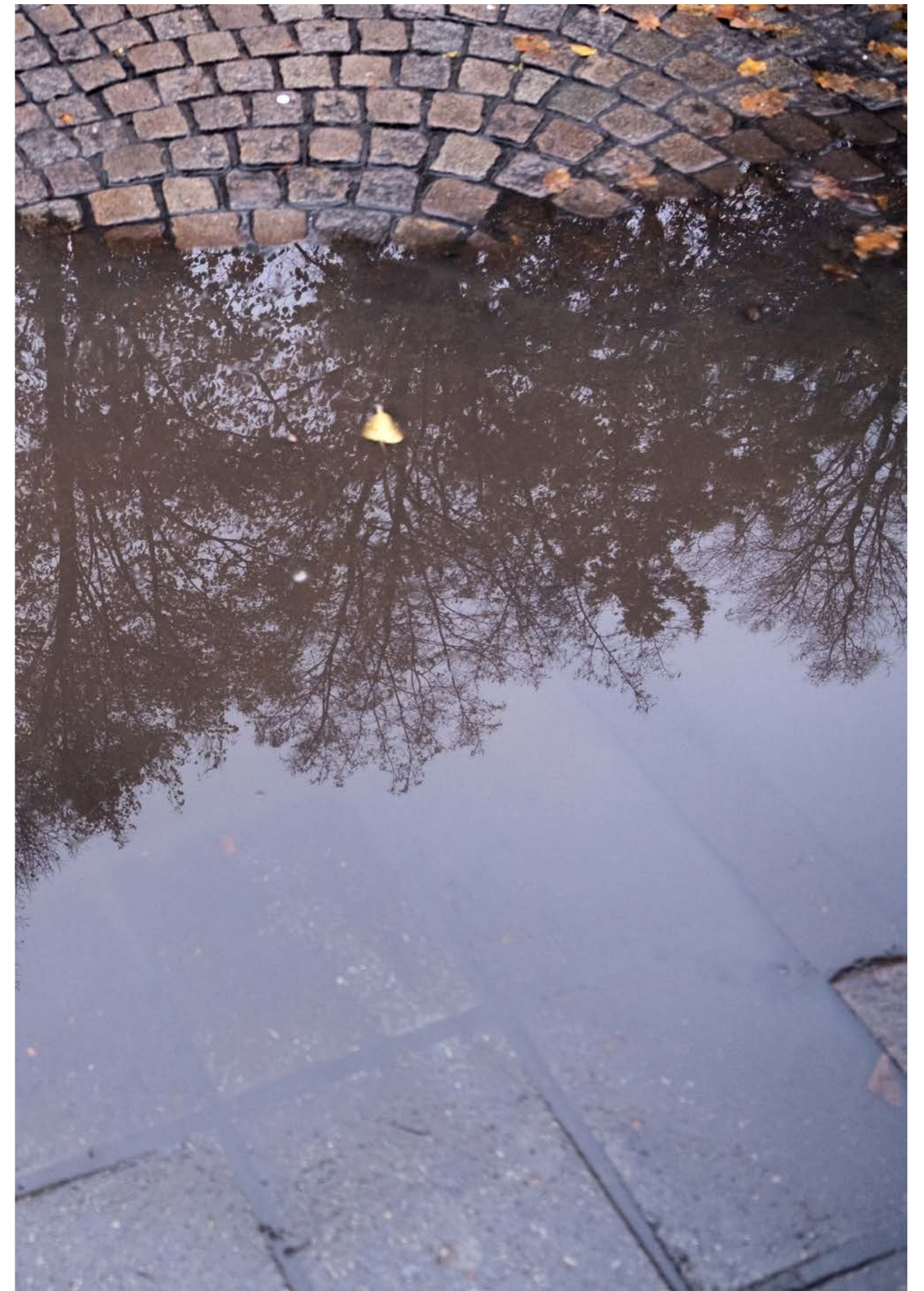
Denne veilederen har som mål å gjøre kommunene bedre rustet til å møte klimaendringene gjennom kunnskap om, og tiltak for, utforming og dimensjonering av gater og veier som også skal fungere som flomveier.

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.

Avgrensning

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.



Bilde 0.1: Ulike overflater (Foto: Melisa Fajkovic)

01 Innledning

- 1.1 Leseveiledning
- 1.2 Slik brukes veilederen i planleggingsfasene
- 1.3 Begrepsforklaring

1.1 Leseveiledning

Veilederen er delt inn i seks kapitler. Hvert kapittel har en egen fargekode for å gi god oversikt og rask tilgang til hvert kapittel. Veilederen starter på et overordnet nivå med mer detaljerte kapitler mot slutten av veilederen. Det anbefales at veilederen leses sammenhengende. Veilederen kan også brukes som et oppslagsverk under planlegging eller prosjektering.



Innledning

Innledning beskriver bakgrunnen og mål for arbeidet, samt målgruppe og avgrensning. Leseren kan også lese om veilederens virkeområde i denne delen.



Rammebetingelser

Dette kapitlet beskriver de juridiske og fysiske rammene som et prosjekt må forholde seg til. Relevant lovverk og risikoakseptnivå forklares. Det samme gjør gatetverrsnittets funksjoner og elementer.



Dimensjonering

Dette kapitlet beskriver ulike metoder for å beregne dimensjonerende vannføring, og hvilke forhold som kan ha betydning for valg av metode. Her presenteres også begrepet risikoakseptnivå, samt NVEs generelle anbefalinger for risikoaksept.



Utforming av tverrsnittet

I dette kapitlet gis det en beskrivelse av tiltak for å tilrettelegge for flomvei. Innledningsvis presenteres tverrsnittenes kapasitetsførende evne. Videre presenteres blant annet en oversikt over ulike tema som drift, risiko og trafikanter samt erfaring for hvert av tiltakene.



Tilpasning av elementer i vei og gate

Dette kapitlet tar for seg veien og gatens elementer, hvordan disse kan tilpasses i trygge flomveier og hvilke vurderinger som må gjøres i forbindelse med planlegging av trygge flomveier. Overordnede refleksjoner om drift av flomveier og kommunikasjon og bevisstgjøring av brukerne blir omtalt i kapitlet.



Eksempler til inspirasjon

I dette kapitlet presenteres eksempler til inspirasjon som tar utgangspunkt i fire reelle caser hentet fra ulike steder i landet. I eksemplene utprøves ulike kombinasjoner for å oppnå økt vannføringskapasitet, med en oppsummering og refleksjon rundt eksemplene. Kapitlet er en oppsummering av workshopen som ble avholdt i forbindelse med utviklingen av designveilederen.

1.2 Slik brukes veilederen i planleggingsfasene

Etablering av trygge flomveier krever god tverrfaglig planlegging i tidlig fase. Tilrettelegging for trygge flomveier kan være arealkrevende, spesielt hvis det er et ønske om å videreføre eller tillegge ytterligere elementer eller funksjoner, ut over trygg flomvei og veifunksjon i veitverrsnittet. Under gis det eksempler på hvordan man kan tilrettelegge for trygge flomveier i de forskjellige planleggingsfasene.



Kommuneplanens arealdel og kommunedelplan

I forbindelse med rullering av en kommuneplan må det undersøkes om det er behov for en kartlegging/utredning av flomsone og overvann. Hvis det finnes et behov for dette bør det utredes hvor de viktigste og største flomveiene i kommunen er og hvor de bør være. Når dette er avdekket bør det avsettes areal for dem i plankartet gjennom bruk av hensynssoner. Videre kan det knyttes egne bestemmelser til hvordan disse flomveiene skal følges opp i kommende reguleringsplaner.

I denne fasen kan kommunen:

- Utrede de største flomveiene for hele kommunen
- Legge inn flomveiene som hensynssoner, arealformål, byggegrenser eller lignende i kommuneplanens arealdel
- Tilknytte bestemmelser til hensynssoner/arealformål som krever at flomsikringen opparbeides
- Utarbeide temakart som vedlegg til KPA for trygge flomveier for å visualisere hvor flomveiene ligger og hva som gjelder for dem. Disse kan brukes i reguleringsplaner og som argument for å kreve utredninger i senere planprosesser
- Legge inn generelle bestemmelser som definerer hvordan flomveier skal ivaretas
- Legge inn bestemmelser om at designveileder skal brukes ved valg av løsninger



Reguleringsplan

I en detaljreguleringsplan kan man gå noe mer detaljert til verks enn i kommuneplanen. Her er det normalt å utrede overvann og flomveier, og her kan veilederen tas i bruk av overvannsressursen. Basert på hva en utredning kommer frem til, kan eventuelle tiltak sikres i reguleringsplanen.

I denne fasen kan man:

- Sikre trygge flomveier gjennom bruk av egnede arealformål, hensynssoner og bestemmelsesområder i plankart og med tilhørende planbestemmelser
- Sikre at foreslåtte tiltak blir etablert gjennom bruk av rekkefølgekrav i bestemmelsene
- Rekkefølgekrav om trygg flomvei kan vises i plankartet som hensynssone
- Innarbeide overvannshåndtering og flomveier som en naturlig del av oppstartsmøte og henvise til designveilederen

Designveilederen kan bidra til å synliggjøre mulighetsrommet som finnes innenfor fastgitte tverrsnitt eller gatebredder. Den synliggjør også hvilke funksjoner gaten kan oppfylle, og den angir hvilke bredder som kreves for å håndtere gitte vannmengder.



Byggesak/prosjektering

I byggesaken skal det redegjøres for hvilke løsninger som skal etableres. Her bør designveilederen tas i bruk av de som prosjekterer. Kommunen kan for eksempel stille krav om at veilederen følges, enten på et overordnet nivå i alle byggesaker, eller i enkelte byggesaker hvor det er relevant. Bruk av veilederen kan også innarbeides som kriterier i tilbudsprosessen ved utlysning av kommunale prosjekter.

Designkriterier som vannmengde og hastighet bør være kartlagt i tidligere faser, men må suppleres med detaljerte beregninger.

Designveilederen skal være sentral i prosjekteringen for å utrede og deretter definere gode løsninger for en trygg flomvei innenfor definerte tverrsnitt eller gatebredder.



Gjennomføring av tiltak

Under gjennomføring av tiltak er det særdeles viktig at man overholder strenge krav til både høyder og kvalitet for å sikre at vannet renner der det er planlagt samt at det ikke oppstår erosjon over tid eller ved ekstreme hendelser.



Drift og vedlikehold

Drift og vedlikehold er meget viktig for en flomveis varighet og funksjon over tid. Det er viktig å etablere gode drift- og vedlikeholdsrutiner og sikre at disse blir fulgt.

Designveilederen kan gi føringer for hvordan drift og vedlikehold skal utføres. Driftspersonell bør involveres for å sikre tilpasning til rutiner og stedlige forhold i tidlig fase.

1.3 Begrepsforklaring

Begrep	Definisjon
Biologisk mangfold	Alle variasjonene av livsformer som finnes på jorda, bl.a. terrestriske, marine eller andre akvatiske økosystemer og de økologiske komplekser som de er en del av. Dette omfatter mangfold innenfor artene (genetisk mangfold), på artsnivå og på økosystemnivå.
DV	Vanddybde (D) multiplisert med vannhastighet (V) som sier noe om fare for overvann.
Ferdsselsone	Ferdsselssonen er arealet for fri ferdsel prioritert for fotgjengere, og avgrenses tydelig til begge sider, slik at den er enkel å følge for personer med nedsatt syn.
Flom	Flom oppstår når vann flommer ut over landmasser som ellers er tørre (Oslo kommune deler flom inn i overvannsflom og vassdragsflom. Flom er også beskrevet i NVEs retningslinjer 2/2011).
Flomvei	Flomvei er en trase som avleder overvann ved styrtregn.
Fortau	Del av gate reservert for gående. Ligger høyere enn kjørebane og er atskilt fra denne med kantstein.
Fordrøyning	Midlertidig magasinering av overvann for å forsinke og begrense den videreførte vannmengde slik at ledningsnett og/eller resipient ikke overbelastes.
Gate	Gater forbindes ofte med byer og tettsteder. En gate har ofte fasaderekker eller vegger i form av trerækker. Typisk vil gater ha mer rettlinjert og strammere geometri enn veier, med flere kryssinger og fortau med kantstein.
GIS	Geografisk informasjonssystem og benyttes for å kartlegge og analysere geografisk informasjon, som for eksempel kritiske punkter ved hjelp av avrenningslinjer.
Gjennomgangstrafikk	Del av en trafikkstrøm som verken har start eller mål i det definerte planområdet hvor trafikkstrømmen befinner seg
Grøntrabatt	En stripe med grønn infrastruktur eller grøntdrag mellom kjørebane eller andre arealer.
Hydraulisk modell	En modell som ved hjelp av matematiske ligninger beskriver vannstrømninger i ledninger, på overflaten og/eller i vassdrag.
Kantstein	Stein som settes for å avgrense trafikkløyper, fortau, midtdeler etc. Vanlige materialer er granitt og betong.
Kjørebane	Areal mellom kantlinjer.
Kjørefelt	Hvert enkelt av de langsgående felt som en kjørebane er delt i ved oppmerking, eller som er bredt nok for trafikk med en bilrekke.
Kollektivfelt	Kjørefelt som ved offentlig trafikkskilt er bestemt for kollektivtrafikk (for eksempel buss og taxi), samt de kjøretøy som nevnes i trafikreglenes bestemmelser.
Kollektivtrafikk	Transport av trafikanter i større trafikkenheter, for eksempel bane, buss og trikk.
Lavbrekk	Konkav overgang i linjeføringen av vertikalplanet (bunnen av en bakke). Kjennetegnes ved at vertikalvinkelpunktet ligger under veilinjene.
Naturlig ledelinje	Elementer som naturlig hører med i gaten og overgang i belegning, kan oppfattes av personer med nedsatt syn og danner en sammenheng.

Begrep	Definisjon
Oversvømmelse	Oversvømmelse er en tilstand når vann er samlet på terreng som normalt er tørt, altså et areal som står midlertidig under vann. (Man kan skille mellom urban oversvømmelse (pluvial oversvømmelse), som kommer av overvann på avveier, og på oversvømmelse fra vassdrag (fluvial flom/oversvømmelse), som oppstår når vannstanden i elver og bekker når over sine normale bredder og setter tilgrensende landareal under vann.
Overvann	Vann som renner av på overflaten som følge av regn og smeltevann.
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 ledningsnett).
Parkering	Enhver hensetting av kjøretøy selv om føreren ikke forlater dette, unntatt kortest mulig opphold for av- og påstigning eller av- og pålessing.
Regnbed	Vegetert (beplantet) terrengforsenkning som samler, fordrøyer, infiltrerer og renser overvann.
Resipient	Mottaker av vann. (Blir blant annet brukt om vannforekomst som elv, bekk, innsjø og hav som er mottaker av avløpsvann, inklusive overvann. Grunnvann kan være resipient for infiltrert regnvann.)
Risiko	Risiko er et uttrykk for kombinasjonen av sannsynligheten for og konsekvensen av en uønsket hendelse.
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.
Rundkjøring	Betegnelse på kryssutforming i plan der forbindelsen mellom de kryssende veier skjer ved enveiskjøring rundt en trafikkløype.
Skybrudd (styrtregn)	Kortvarig og kraftig, intenst regnskyll. Opprinnelig dansk begrep.
Snøopplag	Areal langs eller nært brøytet areal. Kun snø fra samme gate som brøytes eller freses direkte til snøopplag. Arealet kan ikke benyttes som snødeponi.
Sykkelfelt	Kjørefelt i kjørebane som ved offentlig trafikkskilt og veioppmerking er bestemt for syklende.
Tiltak	Inngrep som oppføring, riving, endring og andre tiltak knyttet til bygninger, konstruksjoner og anlegg, samt terrenginngrep og opprettelse og endring av eiendom.
Tretrinnsstrategien	En metode som ved hjelp av tre trinn definerer hvordan nedbøren med forskjellig intensitet bør håndteres på en bærekraftig måte.
Trinn 1 (Tretrinnsstrategien)	Trinn 1 i tretrinnsstrategien omfatter overvannstiltak som etableres for å håndtere overvann fra normalregnet ved infiltrasjon, fordamping og vannopptak i vegetasjonen.
Trinn 2 (Tretrinnsstrategien)	Trinn 2 i tretrinnsstrategien omfatter overvannstiltak som etableres for å forsinke og fordrøye overvann ved større nedbørhendelser.
Trinn 3 (Tretrinnsstrategien)	Trinn 3 i tretrinnsstrategien omfatter overvannstiltak som etableres for å trygt bortlede overvann ved kraftige nedbørhendelser.
Trygg flomvei	Trygg flomvei er en trase som avleder overvann opp til en akseptabel risiko (dimensjonerende vannføring) uten skader eller ulemper.
Tverrfall	Kjørebaneens helning på tvers av gatens lengdeakse.
Tverrprofil	Snitt av en gate vinkelrett på gatens midtlinje.
Vannføringskapasitet (hydraulisk kapasitet)	Flomveiens, og andre vannveiers, evne til å transportere vann.
Vis, kantstein	Høyde mellom to overflater f.eks. kjørebane og fortau.
Universell utforming	Utforming eller tilrettelegging av hovedløsningen i de fysiske forholdene, herunder informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT) slik at virksomhetens alminnelige funksjon kan benyttes av flest mulig, uavhengig av funksjonsnedsettelse.
Vannføring	Hvor mye overvann som renner av et gitt avrenningsfelt/nedbørfelt ved en gitt nedbørshendelse.

02

Rammebetingelser

- 2.1 Juridiske rammebetingelser
- 2.2 Fysiske rammebetingelser

2.1 Juridiske rammebetingelser

Ved planlegging og prosjektering av flomveier i vei og gate er det viktig å være oppmerksom på de juridiske rammebetingelsene som gjelder. Disse kan henholdsvis deles inn i sentrale og lokale rammebetingelser, som sammen fastsetter krav til håndtering av overvann.

I hovedsak består de sentrale rammebetingelsene av nasjonale lovverk og forskrifter. De lokale rammebetingelser omfatter lokale forskrifter, kommuneplaner og reguleringsplaner med flere. Merk at kapittelet vil gi en oversikt over rammebetingelsene som er mest relevante for overvannsflo og utdyper ikke disse ytterligere. Overvannshåndtering som helhet, iht. tretrinnsstrategien, vil også være omfattet av andre relevante juridiske rammebetingelser som TEK17¹ og forurensningsloven.

Regelverket er i stor grad fragmentert med et relativt høyt antall lovverk og retningslinjer. Dette skyldes først og fremst at forvaltningen er organisert i ulike sektorer og overvann berører mange. Kommunene er tillagt ansvar og oppgaver blant annet fordi de har lokalkunnskap og anses som nærmest sine innbyggere. Kommunene har også som plan- og byggesaksmyndighet et særlig ansvar for overvannshåndtering.

Når det gjelder overvannsflo i veier og gater belyser rapporten «Overvann fra veg» utarbeidet av SINTEF disse lovene som mest relevante (ikke uttømmende)

- Plan- og bygningsloven (PBL)
- Sivilbeskyttelsesloven
- Forskrift om kommunal beredskapsplikt [2.1]

PBL gir kommunene grunnlag til å utarbeide arealplaner. Arealplanene er sektorovergripende for å sikre en helhetlig problemløsning i et område. For opparbeidelse av trygge flomveier er denne sektorovergripende tilnærmingen sentral. PBL legger med dette grunnlaget for at veier og gater kan etableres og benyttes som flomveier. Samtidig må vegmyndigheter og vegplanleggere inkluderes i planleggingen slik at tiltaksgjennomføring vurderes helhetlig. Videre skal helhetlig ROS-analyse gi innspill på tiltak som må følges opp i det kommunale planarbeidet etter PBL.

Sivilbeskyttelseslovens formål er å beskytte liv, helse, miljø, materielle verdier og kritisk infrastruktur ved blant annet uønskede hendelser i fredstid. Overvannsflo 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. Kartleggingen skal følges opp med en plan bestående av avbøtende prioriterte tiltak. I praksis håndteres dette ved at kommunene utarbeider og oppdaterer en helhetlig risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS-analyse). Kommunen plikter videre å vurdere om funnene fra blant annet helhetlig ROS og plan for oppfølging av helhetlig ROS skal integreres og følges opp i planer og prosesser etter PBL.

Forskrift om kommunal beredskapsplikt pålegger kommunene å gjennomføre helhetlige ROS-analyser og utarbeide beredskapsplaner. Den vektlegger at kommunene skal sørge for at ulike virksomheter samarbeider og integreres i beredskapsarbeidet. Kartleggingen skal danne grunnlag for kommunens beredskapsplan for håndtering av uønskede hendelser, som overvannsflo. Planen bør inneholde en liste med forebyggende tiltak både før, under og etter en flomhendelse.

 **Relevante lovverk (ikke uttømmende):**

- Plan- og bygningsloven (PBL)
- Sivilbeskyttelsesloven
- Forurensningsloven
- Vass- og avløpsanleggslova
- Grannelova
- Naturskadeloven
- Veglova
- Byggeteknisk forskrift TEK17
- Forskrift om kommunal beredskapsplikt
- Forurensningsforskriften
- Vannforskriften
- Ledningsforskriften

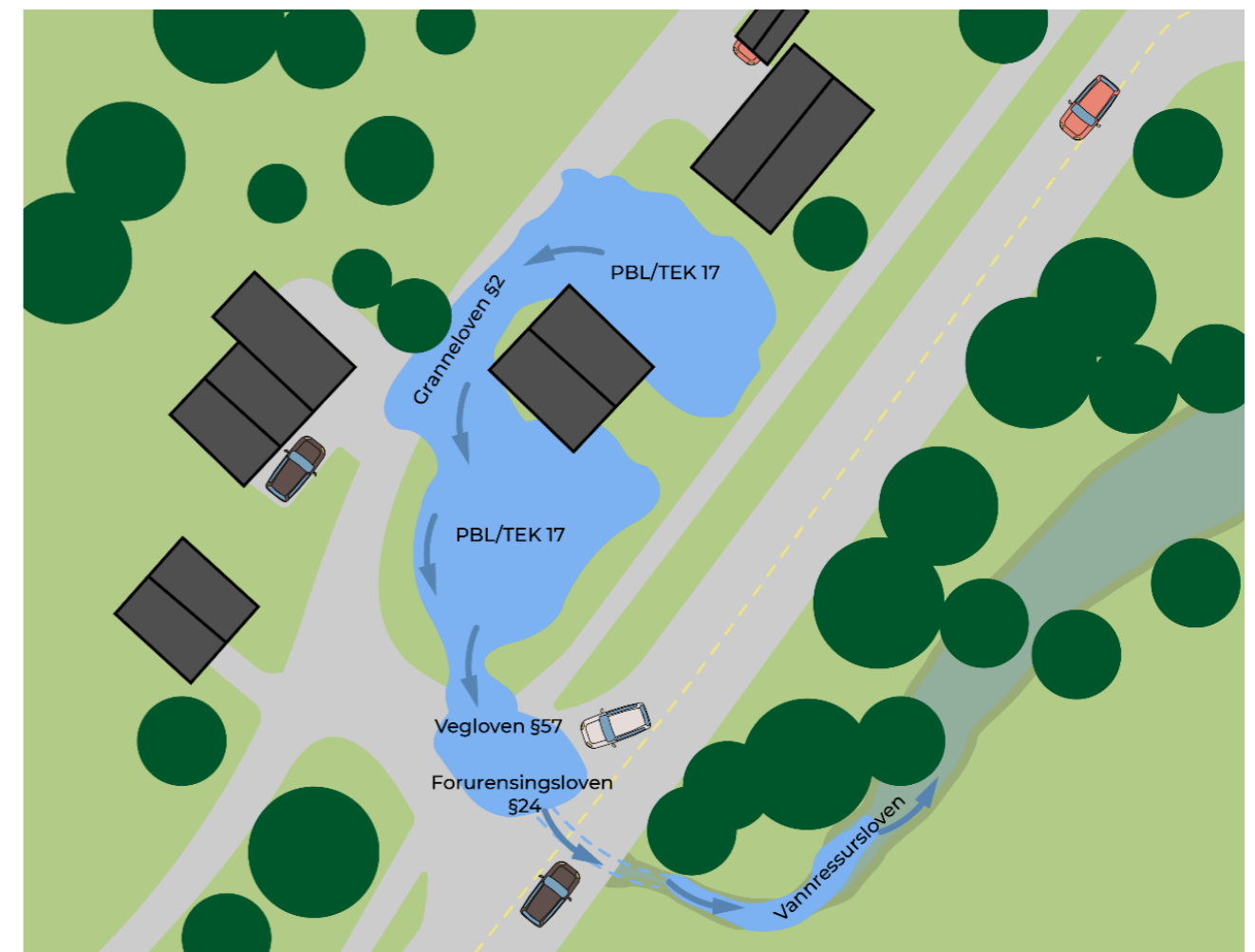
¹ TEK17 § 15-8 endres med ikrafttredelse 01.01.2024. Endringen medfører at overvannsløsningene for infiltrasjon, fordroyning og avledning av overvann til sammen dimensjoneres for nedbør med klimajustert 100-års gjentaksintervall, så langt ikke annet er bestemt i arealplan.

Figur 2.1 illustrerer overvannets vei fra det treffer bakken til det når resipient og hvilke ulike lover som gjelder hvor. PBL regulerer hva man har lov til å gjøre på privat eiendom og gir eier ansvar for overvannet på egen tomt. Når overvann krysser grensen over til naboen trer granneloven i kraft og det kan kreves tiltak på tomten hvor overvannet har sitt opphav dersom det medfører ulempe for naboeiendom.

Vegloven trer i kraft når overvann fra privat eiendom går til offentlig vei eller gate. I vegloven står det at det ikke er lov å lede overvann fra omkringliggende eiendommer inn på en offentlig veg uten særskilt tillatelse. Granneloven er også gjeldende i dette tilfellet. Dette betyr at det ikke er lovlig å lede vann

fra privat eiendom til veien hvis det medfører fysisk, økonomisk eller annen ulempe for vegmyndigheten. Videre trer forurensningsloven i kraft der overvannet forurenses av tungmetaller og annen forurensning fra for eksempel trafikk. Når overvannet når en resipient som i et vassdrag eller blir infiltrert i grunnen, blir vannressursloven gjeldende. Eksempelet er hentet fra rapporten «Overvann fra veg» [2.1].

For en utfyllende oversikt over ansvar, aktører, virkemidler og relevant lovverk som berører overvann, eller har betydning for kommunen som planmyndighet, vises det til overvannsveilederen til Oslo kommune [2.2] og NVE-veileder 4/2022 «Rettleiar for handtering av overvatn i arealplanar» [2.3].



Figur 2.1: De ulike lovene gjør seg relevant på ulike steder gjennom vannets løp til resipient (Figur: SINTEF)

2.2 Fysiske rammebetingelser

Gatens funksjon og de elementene som finnes i gatetverrsnittet utgjør til sammen de fysiske rammebetingelsene i gatetverrsnittet. Ved planlegging av nye veier og gater vil det være en større mulighet og fleksibilitet for å legge til rette for trygg flomvei som en tilleggsfunksjon enn det er i eksisterende gatetverrsnitt.

Faktorer som påvirker utforming av flomveier i vei- og gate kan være (ikke uttømmende):

- Hydraulikk og topografi
- Tilstøtende arealer
- Natur- og kulturverdier
- Teknisk infrastruktur over og under bakken
- Geotekniske forhold
- Trafikale forhold

Gatetverrsnittet kan deles i fire hovedgrupper:

- Fortau og møbleringssone nærmest fasaden eller langs kjørebane.
- Kjørebane for avvikling av kjørende trafikk.
- Areal for bylogistikk, som varelevering, renovasjon, håndverkere og parkering.
- Kantstein og kantsteinsklaring for å avgrense arealer for kjørende trafikk.

Funksjoner og elementer i tverrsnittet

Når en vei eller gate etableres som en trygg flomvei kan det medføre behov for endring i den tradisjonelle utformingen. For å danne et grunnlag for videre planleggings- og prosjekteringsarbeid, må de fysiske rammebetingelsene for området innledningsvis kartlegges [2.4]. De fysiske rammebetingelsene kan deles inn i to undergrupper; funksjoner og elementer. Funksjoner er videre inndelt i hovedfunksjoner og tilleggsfunksjoner.

Hvilke funksjoner kan en vei eller gate ha? Hovedfunksjonen er fremkommelighet for:

- Gående
- Syklende
- Kollektivtrafikk
- Vare-/nyttetransport
- Personbiler

Tilleggsfunksjoner (ikke uttømmende):

- Infiltrasjon, rensing og fordrøying av overvann (trinn 1 og 2 i tretrinnsstrategien)
- Flomvei (trinn 3 i tretrinnsstrategien)
- Møte og oppholdsplasser
- Biloppstillingsplasser
- Trasé for kabler og rør under bakken
- Snøopplag
- Sykkeloppstillingsplasser
- Leveområder for biologisk mangfold
- Varelevering

Hvilke elementer kan en vei eller gate inneholde?

- Møbler
- Rekkverk
- Rundkjøringer
- Trær
- Vegetasjonsfelt
- Overvannsløsninger for trinn 1 og 2, som regnbed, vadi eller lignende
- Kantstein
- Trikketrasé
- Sluk, kummer og rister
- Luftstrekk
- Skilt og oppmerking
- Signallys og stopler
- Fartshumper
- Kryss
- Lysmaster
- Kabler
- Rør og lukkede overvannsløsninger
- Terrorsikringstiltak
- Kulturminner

Hensyn til arealene utenfor veiens tverrsnitt:

Ved planlegging av flomveier i vei- og gate må arealene utenfor veiens tverrsnitt inngå i den helhetlige vurderingen av flomveien. I dette inngår det blant annet at det tidlig legges premisser som muliggjør håndtering av overvann for hele tretrinnsstrategien. Ikke bare for trinn 3 i veitverrsnittet, men også for trinn 1 og 2 i veiens sidearealer. Veier og gater i ny bebyggelse har trolig et større handlingsrom for utforming, tilpasning av funksjoner og elementer, enn eksisterende vei- og gatestrekninger som i større grad har fastsatte tilstøtende arealer. I noen tilfeller vil det ikke være mulig å oppnå tilstrekkelig kapasitet til å håndtere flomvannet innenfor vei- eller gatetverrsnittet på grunn av begrensninger i de fysiske eller økonomiske rammebetingelsene. I slike tilfeller må det vurderes om det er behov for objektsikring eller avbøtende tiltak for å redusere skadeomfang på for eksempel bygg og infrastruktur som ligger i arealene utenfor veiens tverrsnitt.

Hvilke arealer kan være tilknyttet veien eller gaten (ikke uttømmende):

- Boliger
- Næring
- Skole/barnehager
- Helseinstitusjoner som for eksempel sykehus
- Beredskapsinstitusjoner
- Parker, gravplasser, annen grønnstruktur
- Stasjons- og/eller kollektivknutepunkt
- Verneverdige bygg og installasjoner

Hva må huskes på for eksisterende veier og gater:

- Finnes det sårbare eller samfunnskritiske arealer i tilknytning til vei/gate?
- Er det planlagt endringer av arealer tilknyttet vei/gate? For eksempel, transformering eller oppføring av nye bygg eller oppgradering av arealer tilknyttet skole/barnehage?
- Finnes det objekter eller infrastruktur utenfor veiens tverrsnitt som er eller kan bli utsatt under en flomsituasjon. Og hva vil eventuelt konsekvensene bli?
- Er det andre aktører som planlegger oppgradering i eller i tilknytning til vei/gate, og er det i så tilfelle mulig å samkjøre prosessene?

Hva må huskes på for nye veier og gater:

- Er det planlagt sårbare eller samfunnskritiske arealer i tilknytning til vei/gate?
- Hvilke type arealer er planlagt inntil vei/gate, og hvordan kan flom og overvannstiltak tilpasses den planlagte situasjonen?
- Vil det være behov for sikring av objekter eller infrastruktur som er planlagt etablert inntil vei- eller gatetverrsnittet?
- Hvilke aktører/interessenter er involvert, eller kan være aktuelle å involvere, i planleggingen?

Prioritering av gatens funksjoner og elementer

Det må i hvert enkelt tilfelle vurderes hvilke funksjoner og elementer som kan videreføres, bortprioriteres eller tilpasses i forbindelse med etablering av trygg flomvei. Denne vurderingen vil sammen med dimensjonerende vannføring og risikoakseptnivå (se kapittel 3) utgjøre en totalvurdering og videre danne handlingsrommet for å legge til rette for trygg flomvei i vei og gate.

Prioritering av funksjoner og elementer: hva må vike eller tilpasses for flomveien?

- Vurder de ulike funksjoner og elementer gaten inneholder i et områdeperspektiv, og hvilke konsekvenser fjerning av eksisterende funksjon vil føre til i området.
- Hvordan berøres de strategiske planene som foreligger, som for eksempel Gatebruksplanene for området?
- Vil etablering av flomvei skape ulemper eller fordeler for gaten eller området rundt?
- Vil etablering av flomvei utløse behov for regulering?
- Hvilke konsekvenser vil bortprioritering av et element ha for eksempel for trafikkbildet, biologisk mangfold, samfunnsikkerhet, overvannshåndtering, teknisk infrastruktur og sosiale forhold?

03

Dimensjonering

3.1 Dimensjoneringsprinsipper

3.2 Risikoakseptnivå

3.1 Dimensjoneringsprinsipper

Et premiss for planleggingen og prosjekteringen av trygge flomveier i gater og veier er å definere dimensjonerende vannføring. En vurdering av egnet metode for beregning (manuelle beregninger eller hydraulisk modellering) av dimensjonerende vannføring og eventuelt kapasitetssjekk av planlagt flomvei vil være situasjonsbetinget, og må gjøres i hvert enkelt tilfelle.

NVE-veileder 4/2022 oppgir ulike metoder for kartlegging og beregning av vannføringsmengder [3.1]:

- GIS (benyttes kun til kartlegging i tidlig fase av aktsomhetssoner (potensiell fare), og er ikke egnet til faresonekartlegging (reell fare)).
- GIS og forenklete beregninger.
- Hydraulisk overflatemodell (2D).
- Hydraulisk overflatemodell og ledningsnettmodell (koblet modell) (1D/2D).

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:

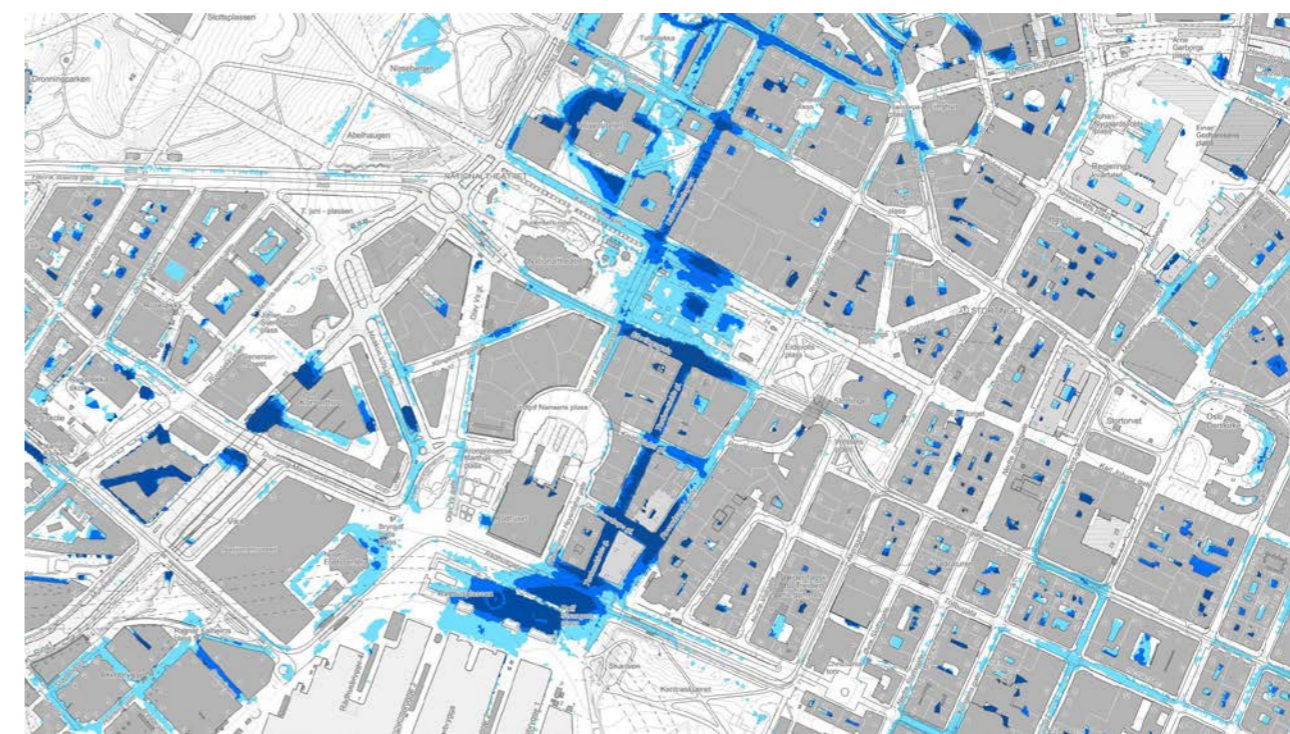
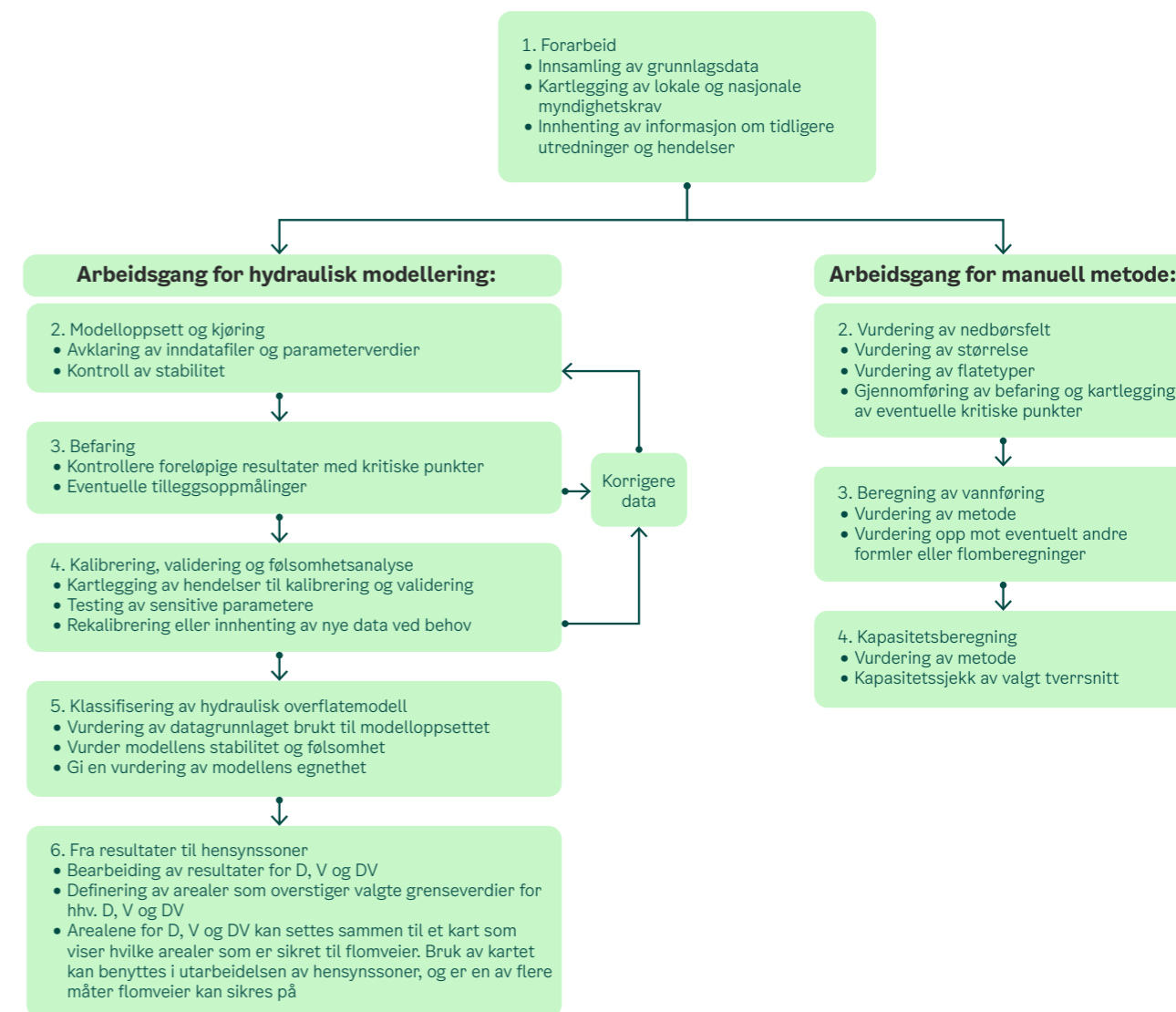
- Nedbørfeltets størrelse og kompleksitet (f.eks. vassdragets innvirkning på et urbant felt).
- Ledningsnettets omfang i området og påvirkning på flomforholdene.
- Tiltakets lokasjon i det overordnede nedbørfeltet.
- Nedstrøms forhold eller sårbarhet.
- Myndighetskrav eller metode beskrevet i lokale overvannsveiledere.
- Fase i plan- og byggesaksbehandlingen (f.eks. detaljregulering eller byggesak).
- Skadepotensialet og sårbarhetsnivå.
- Flomveiens betydning i avrenningssituasjon.

For en utdypende og supplerende beskrivelse av de ulike metodene for kartlegging og beregning vises det til Rambøll-rapporten «Overvannsflom – metoder for kartlegging og analyse» [3.2]. Også NVE-veileder 4/2022 gir beskrivelser og anbefalinger av ulike verktøy på overordnet nivå [3.1]. En innføring i hvordan verktøyene kan benyttes og bestilles av kommunene beskrives i NVE-veileder 2/2023 [3.3], som også oppgir arbeidsgangen for de to ulike metodene GIS og hydraulisk modellering.



Oslo kommune og Lørenskog kommune har begge etablert treveiskoblede overvannsmodeller til hjelp i sin planlegging. Treveiskoblede overvannsmodeller inkluderer beregningsmoduler for avrenning og vannstrømning i 1) ledningsnettet, 2) på overflaten og 3) i vassdrag. Skien kommune har etablert en toveiskoblet overvannmodell (beregningmoduler for avrenning og vannstrømning i 1) ledningsnettet og 2) på overflaten) i forbindelse med sitt arbeid med Skybruddsplan Skien Sentrum.

Oslo kommunes «Retningslinjer og veiledning til overvannshåndtering» definerer når beregninger ikke er tilstrekkelig og når hydraulisk modellering må anvendes. For ytterligere informasjon om Oslo kommunes overvannsmodell vises det til faktaark som er tilgjengelig under «Temakart» og «Mer info» på Oslos nettsider for planinnsyn. Oslo kommunes overvannsmodell kan lånes ut ved henvendelse til Vann- og avløpsetaten: postmottak@vav.oslo.kommune.no.



Figur 3.1: Arbeidsgang for hydraulisk modellering (tilpasset etter NVE-veileder 2/2023) og manuell metode | Figur 3.2: Maksimal vanndybde (D) ved klimajustert 100-års regn, Hydraulisk modell Oslo (Figur: Klipp fra Oslo kommunes planinnsyn på nett)

3.2 Risikoakseptnivå

Ved planlegging og prosjektering av flomveier i vei og gate bør risikoakseptnivået være forhåndsdefinert da dette setter premisser for hva flomveien skal dimensjoneres for og dermed hvilke tiltak som etableres.

Som samfunn klarer vi ikke å forebygge all risiko, og akseptabel risiko er den risikoen som aksepteres i en gitt sammenheng basert på gjeldene kriterier i samfunnet [3.4]. Kommunen må selv ta stilling til risikoakseptnivå for overvann da dette ikke er definert av TEK17 slik som for vassdragsflom og stormflo [3.1]. Indirekte er dette et spørsmål om hva kommunen og samfunnet ønsker å betale for å unngå skade fra overvann.

Dersom kommunens egen kartlegging av overvann ikke viser at et annet risikoakseptnivå er mer forsvarlig, gir NVE en anbefaling om tilstrekkelig sikring mot fare og skade fra overvann i veileder 4/2022 «Rettleiar for handtering av overvatn», kapittel 4.

NVE anbefaler [3.1]:

- Å legge til grunn klimajusterte 100-årsregn. Planlegging av trygge, sammenhengende flomveier og lokale overvannstiltak skal til sammen gi akseptabel trygghet. Anbefalingen gjelder for overvann, frem til vassdrag (dvs. der TEK17 § 7-2 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, jf. tabell 3.3, for å identifisere arealer som ikke egner seg for utbygging. I arealer som særskilt er ment for håndtering av overvann, som trygge flomveier, vil grenseverdiene ikke gjelde. Der vil vannet kunne ha større dybde og hastighet enn anbefalt.

Merk spesielt grenseverdiene som er anbefalt for veger som er kritiske for fremkommelighet. Dette kan få konsekvenser for hvor og hvordan man kan planlegge og tilrettelegge for trygge flomveier i et område.

Tabell 3.1: Anbefalte maksimale grenseverdier for dybde (D), hastighet (V) og produktet av de to (DV) [3.1].

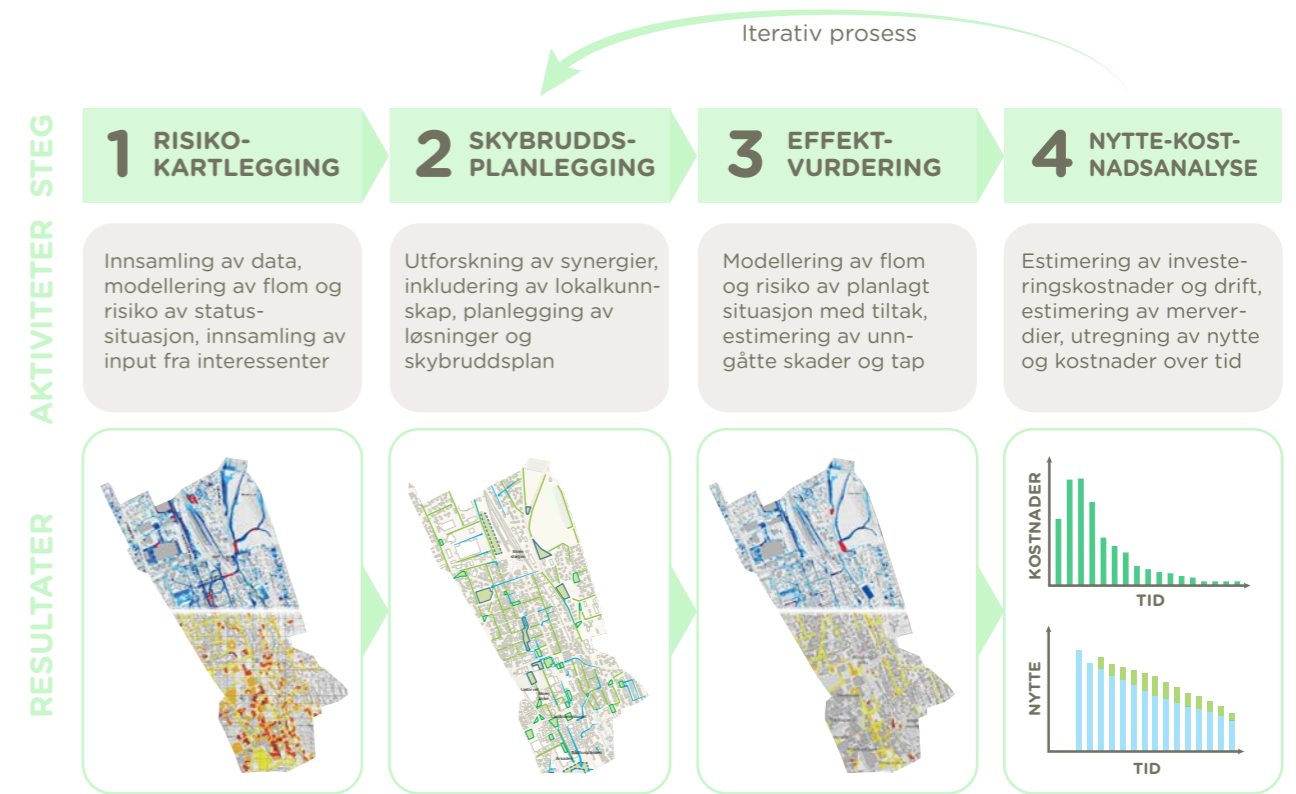
Arealformål		Anbefalte maksimale grenseverdier		
		Vanndybde (D) [m]	Vannhastighet (V) [m/s]	DV [m ² /s]
Personer utomhus	Barnehage, sykehus, pleiehjem osv.	0,0	0,0	0,0
	Annet utomhusareal utenom planlagte flomveier	0,5	3,0	0,4
Bygninger	Ikke tidligere bebygde områder	0,06	3,0	0,2
	Eksisterende sentrumsområder- og transformasjonsområder	0,2	3,0	0,4
Fremkommelighet	Veger som er kritiske for fremkommelighet	0,1	3,0	0,3
	Andre veger	0,3	3,0	0,3

Risiko defineres som sannsynligheten knyttet til om en uønsket hendelse vil inntreffe, og konsekvensen den kan få ifølge NS 5814 [3.5]. Sannsynligheten kan for eksempel beskrives med gjentakintervall (hvor ofte en hendelse er beregnet til å inntreffe) og konsekvensene (økonomiske, miljømessige, helsemessige osv.) som er knyttet til den aktuelle hendelsen.

En fremgangsmåte for å ta stilling til risikoakseptnivå kan være å analysere overvannsflom for en rekke nedbørshendelser med ulike gjentakintervall. Dette kan gjøres ved bruk av hydraulisk modellering omtalt i kapittel 3.1. Analysen kan videre brukes i Risikokartlegging og nytte- kostnadsanalyser. Risikokartlegging og nytte- kostnadsanalyser kan danne grunnlag for bestemmelse av risikoakseptnivå for hele eller deler av kommunen.

Fastsetting av akseptabelt risikoakseptnivå kan være tidkrevende. Det er derfor viktig å være klar over at denne prosessen ikke trenger å hindre enkle grep som kan bidra til en bedre overvannssituasjon. Som eksempel kan kommunen som veg- og ledningseier med relativt enkle grep kunne gjøre tiltak på egen veggrunn, slik Porsgrunn kommune har gjort ved oppgradering av VA-ledningsnett i vegareal og istandsetting av veg. Istandsettelsen har blant annet omfattet ny kantstein, nye fartsdumper for styring av overvannet og endring av tverrfall for økt kapasitet for bortledning av vann. Oslo kommune har utarbeidet et faktaark som beskriver noen av tiltakene i Porsgrunn [3.6].

NVEs anbefalinger bør benyttes av kommuner som ikke allerede har vedtatt et mer passende risikoakseptnivå og forankret det i overordnet plan. Det vil være flere tilnæringsmetoder, og figur 3.3 illustrerer hvordan et optimalt risikoakseptnivå kan defineres ved å kartlegge kostnad og skaderisiko for ulike typer nedbørshendelser og tiltak.



Figur 3.3: Stegene i en skybruddsplanprosess, som kan danne grunnlaget for fastsettelse av risikoakseptnivå (Figur: Rambøll)

04

Utforming av tverrsnittet

- 4.1 Tverrprofil
 - 4.1.1 Ensidig fall
 - 4.1.2 Takfall
 - 4.1.3 V-profil
- 4.2 Kantstein
- 4.3 Grøft og vadi
- 4.4 Åpen kanal
- 4.5 Skybruddsrenne
- 4.6 Fartshump
- 4.7 Tverrstillt nedsenkning av vei (fartsdump)
- 4.8 Irish crossing
- 4.9 Nedsenket flomareal

4.1 Tverrprofil

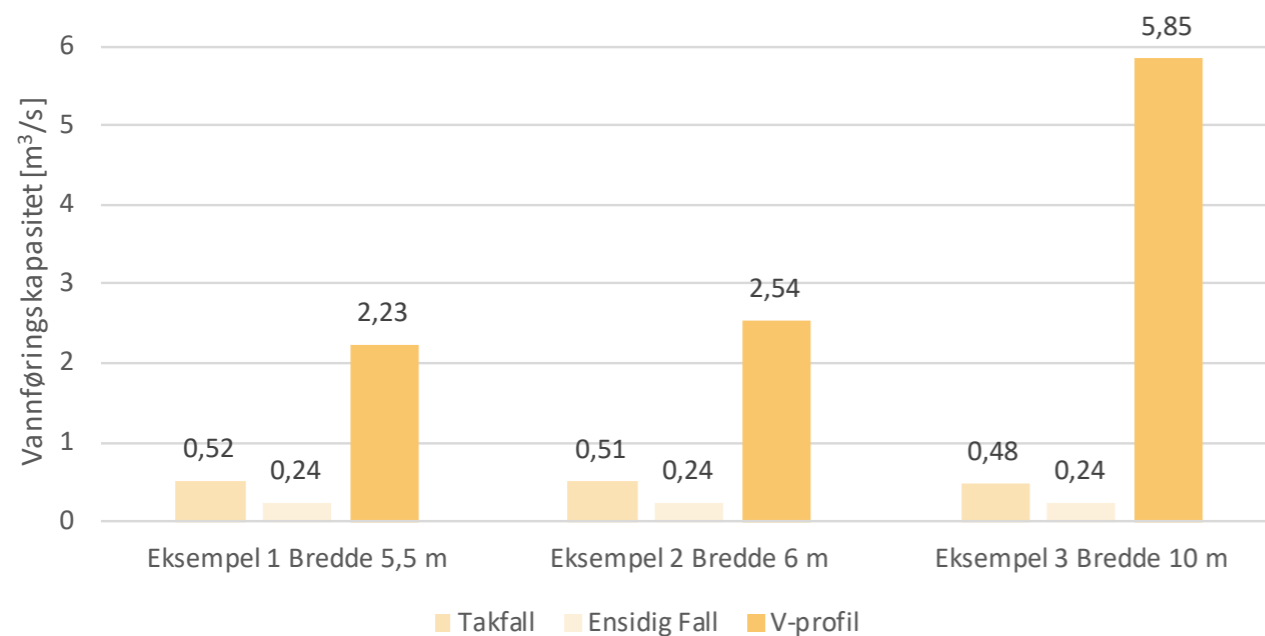
Valg av tverrprofil ved utforming av veien/gaten kan være utslagsgivende for å oppnå ønsket vannføringskapasitet. Ofte vil ikke tverrprofilet alene ha nok kapasitet og må derfor kombineres med andre elementer for å oppnå tilstrekkelig kapasitet. For å illustrere mulig vannføringskapasitet i tverrsnittene, presenteres tre typiske gatetverrsnitt i Oslo som tar utgangspunkt i tre veibredder og kantstein med varierende høyde [4.1].

Eksempel 1:
To kjørefelt med bredde 2,75 meter, med avvisende kantstein som skiller kjørefelt fra fortau. Total bredde er 5,5 meter. Lengde- og tverrfall 3%.

Eksempel 2:
To kjørefelt med bredde 3 meter, med avvisende kantstein som skiller kjørefelt fra fortau. Total bredde er 6 meter. Lengde- og tverrfall 3%.

Eksempel 3:
To kjørefelt med bredde 3 meter, langsgående kantparkering på hver side med 2 meter bredde. Med avvisende kantstein som skiller kantparkering fra fortau. Total bredde er 10 meter. Lengde- og tverrfall 3%.

I diagrammet vises vannføringskapasiteten i m³/s for tverrsnittene hvor det er lagt til grunn tilslutning av kjørebane med kantstein som har 10 cm vishøyde. Det er lagt til grunn lengde- og tverrfall på 3%. Kapasiteten for ensidig fall er konstant uavhengig av veibredde da kapasiteten styres primært av kantsteinshøyde og lengdefall. Takfall har en marginal reduksjon i kapasitet ved økning av veibredde. V-profilets kapasitet øker med tverrprofilens bredde [4.1].



Figur 4.1: Vannføringskapasitet ved ulike tverrprofiler (Figur: Robel, 2019)

Ved å **redusere tverrfallet** fra 3% til 2% vil vannføringskapasiteten reduseres for V-profil, men økes for takfall og ensidig fall. Se tabellen under:

Tabell 4.1: Endring i vannføringskapasitet for tverrprofiler ved å redusere tverrfallet fra 3% til 2% (Tabell: Robel, 2019).

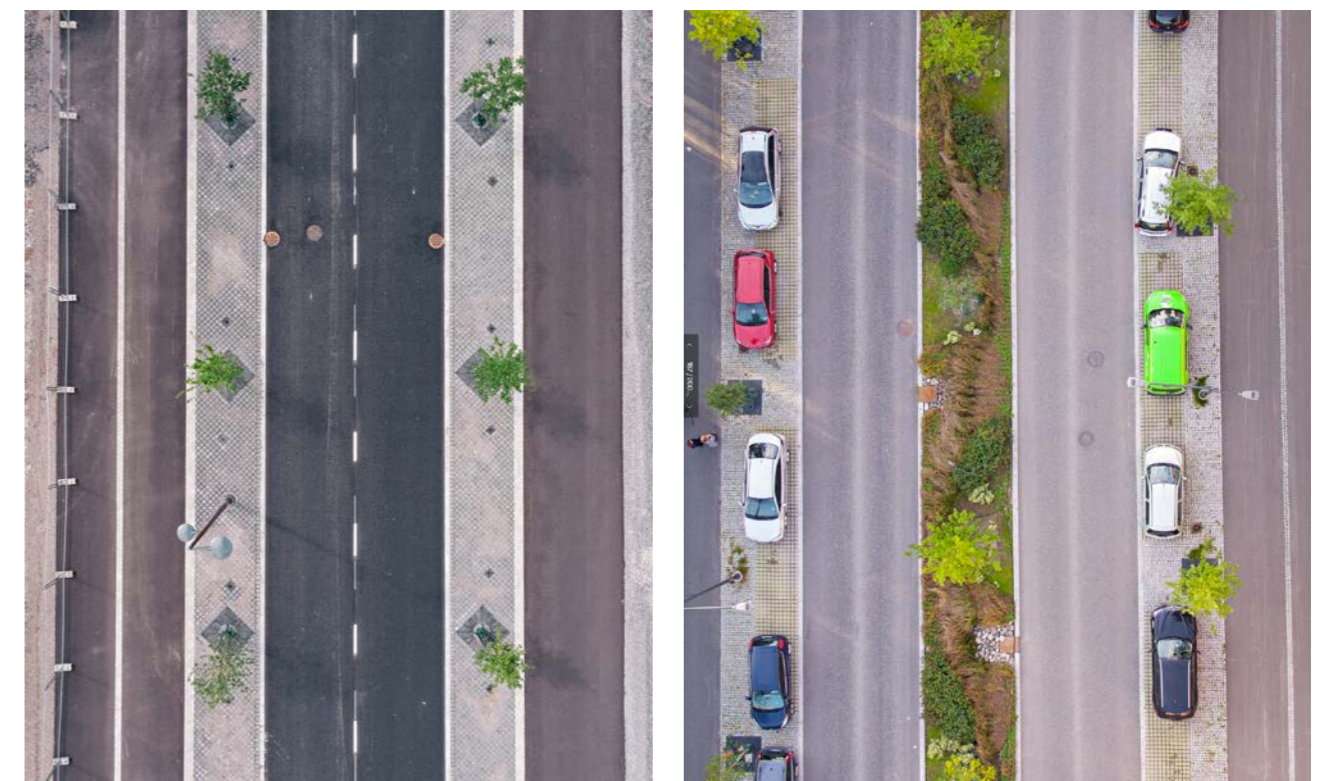
Veibredde	Takfall	Ensidig fall	V-profil
5,5 meter	30%	34%	-19%
6 meter	33 %	34 %	-20%
10 meter	49 %	34 %	-29%

En **økning i vishøyde** på kantstein fra 10 til 13 cm gir økt vannføringskapasitet for samtlige tverrsnitt, og størst prosentvis økning i vannføringskapasitet for takfall og ensidig fall, se tabellen under. V-profil har størst vannføringskapasitet i absolutte verdier.

Tabell 4.2: Endring i vannføringskapasitet for tverrprofiler ved å øke vishøyden på kantstein fra 10 til 13 cm (Tabell: Robel, 2019).

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%

Det er viktig å tenke på at det ikke kun er veiprofilen som må endres for å tilrettelegge for trygg flomvei. Hele veitraseen må sees på som en helhet og vurderes i sammenheng med profilet og løsninger for å sikre en god trygg flomvei.



Bilde 4.2: Ulike tverrprofiler i Kuninkaantammi, Helsinki, Finland (Foto: Henri Luoma, www.hlp.fi)

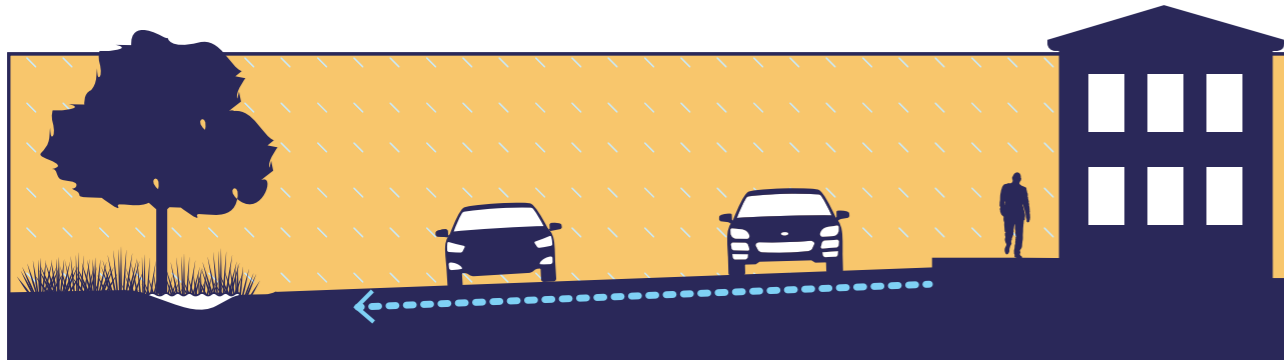


Dette sier Gatennormalen for Oslo kommune om tverrprofil:

- Tverrprofil kan utformes som enten takprofil, V-profil eller profil med ensidig fall. Det skal være tverrfall på 3 % på rett strekning.
- Gågater skal ha en bredde på midtstilt ferdselssone på minst 4 meter. Eventuell sidestilt ferdselssone skal ha bredde på minst 3 meter. Tverrfall i gågater bør være 2 %.
- På stoppesteder for kollektivtransport bør det være tverrfall på 2 % mot trafikkareal, unntatt der man ønsker å lede vann til lokale overvannstiltak. Tverrfall på stoppesteder bør være 2 %.

4.1.1 Tverrprofil: Ensidig fall

Ensidig fall er et mye anvendt tverrprofil i vei og gateutforming, hvor overvann ledes ut til en side i sluk langs kantstein eller åpen grøft. Tverrprofilen må inkludere elementer som kantstein, grøfter eller lignende for å kunne ha funksjon som en trygg flomvei.



Bilde 4.3: Ensidig fall i Uelands gate, Oslo (Foto: Rambøll)



Vannføringskapasitet

Som enkeltstående tiltak vil ikke ensidig fall ha vannføringskapasitet. Ved å legge til kantstein, grøft eller lignende elementer vil et tverrprofil med ensidig fall kunne lede betydelige mengder vann.



Styring av vann

Ensidig fall er godt egnet for å styre vann. Ved å inkludere kantstein, grøft og lignende elementer, eller ved å endre tverrfallet, vil man kunne oppnå relativt stor vannføringskapasitet og retningsforandring. Godt egnet der det er bygg, infrastruktur eller annet på en side av veien som bør beskyttes mot flom.



Drift og vedlikehold, sommer

Det anbefales jevnlig inspeksjon og vedlikehold av veibanen. Hull og åpninger i slitedekket kan føre til at vannet kan "få tak" og rive av toppdekket i en flomsituasjon. Spesielt er det viktig å vedlikeholde veien om våren for å rette opp skader etter vinter, samt påse at overgangen mellom kantstein og veibane i lavpunktet er fri for skader.



Infrastruktur under terreng

Endring av tverrprofil på eksisterende vei kan medføre behov for omlegging av kabler og rør under terreng. Da de fleste veier er utformet med ensidig fall eller takfall, kan man forvente mindre endringer i tverrprofilene for å tilpasse disse som flomvei. Dette utløser normalt ikke store behov for tilpasning til infrastruktur. Ved eventuelt senkning av veihøyder for å tilpasse et gjennomgående veistrekk vil omleggingsbehovet trolig øke.



Arealbehov

For å fungere som flomvei må arealer eller elementer utenfor veibanen benyttes (grøft, vadi, kantstein osv.). Graden av arealbehov utenfor veibanen er avhengig av nødvendig vannføringskapasitet.



Drift og vedlikehold, vinter

Drift og vedlikehold må tilpasses veiens funksjon som flomvei. Veien må driftes på en mer skånsom måte enn normale veier for å hindre skader eller sår i veioverflaten. Avrenning av smeltevann på tvers av hele veibanen kan øke faren for isproblemer.



Kombinasjon med trinn 1 og 2

Egnet i gater der det tilrettelegges med ensidig grøntstruktur. Kombinasjonsløsning ivaretar trinn 1 og 2. Innløp må tilpasses med tanke på vannmengde og hastighet.



Risiko for trafikanter

Den ene veibanen kan holdes åpen noe som kan muliggjøre plass til utrykningskjøretøy og trafikk når den trygge flomveien er i funksjon. Syklister og andre myke trafikanter vil kunne finne på å styre unna partier med stående vann, noe som kan medføre risiko.

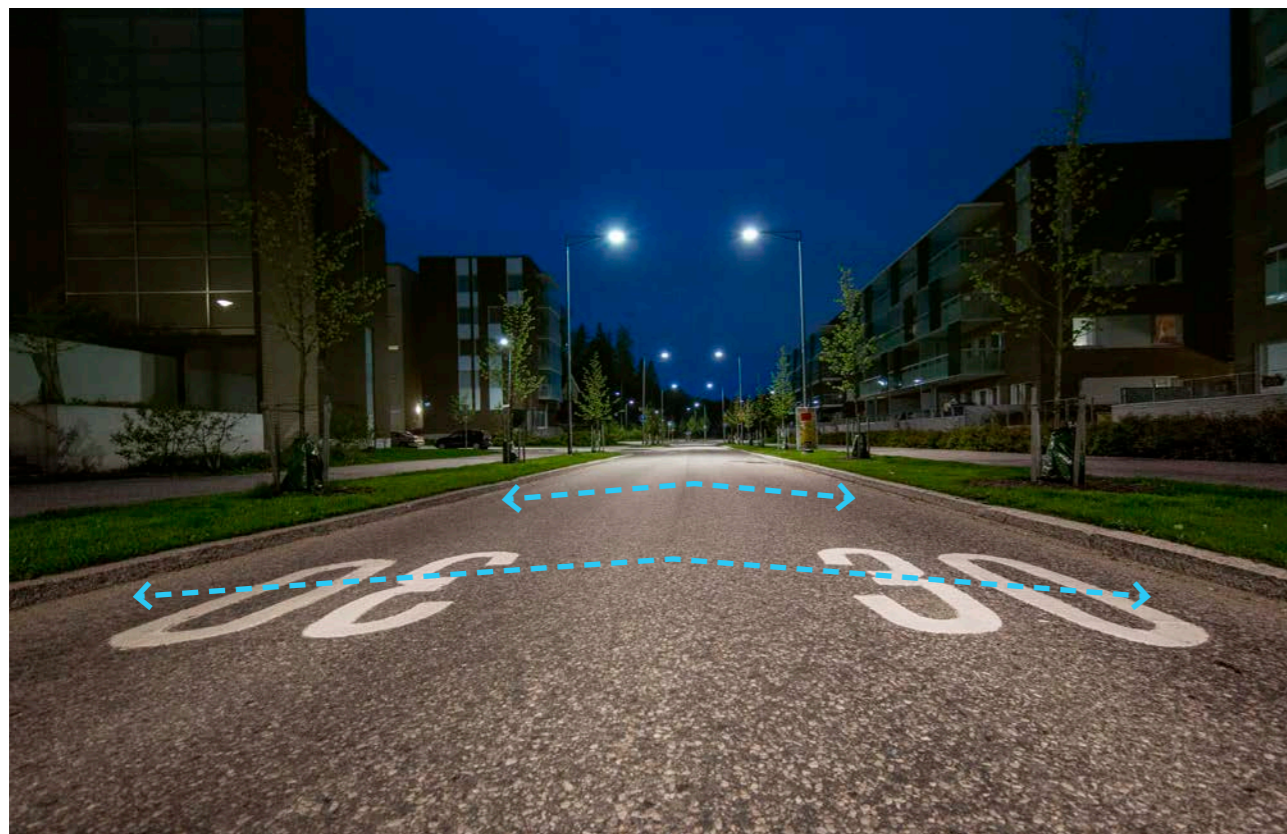
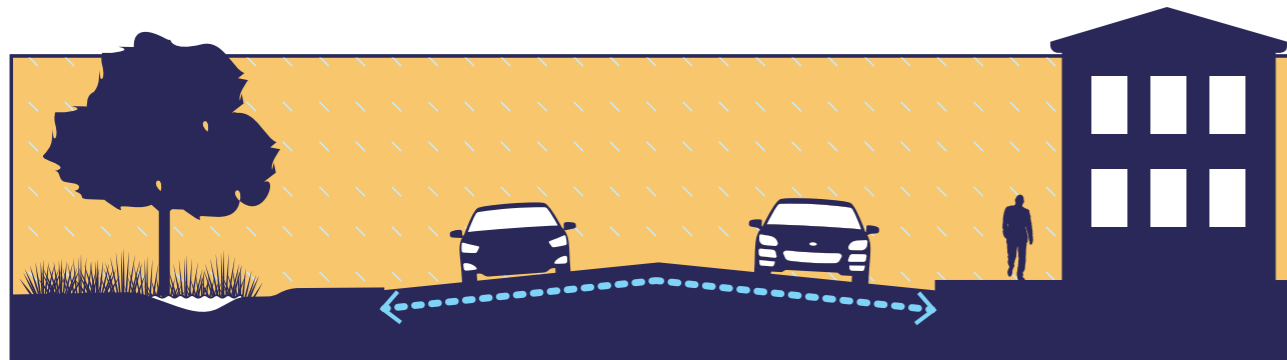


Erfaringer/annet

Benyttet som en del av flomvei i Porsgrunn. Benyttet i Aarhus for å lede vann ut i grøft/grøntområde. Ensidig fall er benyttet i Tåseneveien i Oslo for å lede vann ut mot regnbed. Ensidig fall (og takfall) vil antatt være best for tilpasning til eksisterende situasjon og anses som god løsning teknisk og kostnadsmessig i kombinasjon med andre elementer dersom man oppnår tilstrekkelig kapasitet.

4.1.2 Tverrprofil: Takfall

Takfall er et av det mest anvendte tverrsnittene, hvor overflatevannet ledes ut til sidene enten i åpen grøft eller i sluk langs kantstein. Tverrprofilen må inkludere andre elementer som kantstein, grøfter eller lignende for å fungere som flomvei.



Bilde 4.4: Takfall i Suurpelto, Finland (Foto: Tomi Parkkonen)



Vannføringskapasitet

Som enkeltstående tiltak vil ikke takfall ha vannføringskapasitet. Ved å inkludere kantstein, grøft eller lignende elementer vil et tverrprofil med takfall kunne lede betydelige mengder vann.



Styring av vann

Det er noe utfordrende å styre vannet, da avrenningen deles i to vannstrømmer på hver side av veien. Ved å inkludere kantstein, grøft og lignende elementer, eller ved å endre tverrfallet, vil man kunne oppnå relativt stor vannføringskapasitet.



Drift og vedlikehold, sommer

Det anbefales jevnlig inspeksjon og vedlikehold av veibanen. Hull og åpninger i slitedekket kan føre til at vannet kan "få tak" i en flomsituasjon. Spesielt er det viktig å vedlikeholde veien om våren for å rette opp skader etter vinter, samt påse at overgangen mellom kantstein og veibane i lavpunktet er fri for skader.



Infrastruktur under terreng

Endring av tverrprofil på eksisterende vei kan medføre behov for omlegging av kabler og rør under terreng. Da mange eksisterende veier/gater er anlagt med takfall, vil det ofte innebære mindre endringer hvis man kan anlegge flomveier med dette profilet. Dette utløser normalt ikke store behov for tilpasning til infrastruktur. Ved eventuelt senkning av vei høyder for å tilpasse et gjennomgående veistrekk vil omleggingsbehovet trolig øke. I de tilfellene det ikke finnes grøfter, vil det være behov for sluk på begge sider av gaten og dermed flere sandfang og ledninger.



Arealbehov

For å fungere som flomvei må arealer eller elementer utenfor veibanen benyttes (grøft, vadi, kantstein osv.). Graden av arealbehov utenfor veibanen er avhengig av nødvendig vannføringskapasitet.



Drift og vedlikehold, vinter

Drift og vedlikehold må tilpasses veiens funksjon som flomvei. Veien må driftes på en mer skånsom måte enn normale veier for å hindre skader eller sår i vei overflaten.



Kombinasjon med trinn 1 og 2

Egnet i gater med grøfter, vadi, regnbed på begge sider av gaten. Kombinasjonsløsning ivaretar trinn 1 og 2. Innløp må tilpasses med tanke på vannmengde og hastighet.



Risiko for trafikanter

Avhengig av hvordan tverrprofilen utformes vil det være mulig å ferdes på midten av veien, eller i en av kjøretretningene hvis bare en av veibanene benyttes som trygge flomvei. Dette kan muliggjøre plass til utrykningskjøretøy og trafikk når den trygge flomveien er i funksjon. Syklister og andre myke trafikanter vil kunne finne på å styre unna partier med stående vann, noe som kan medføre risiko.

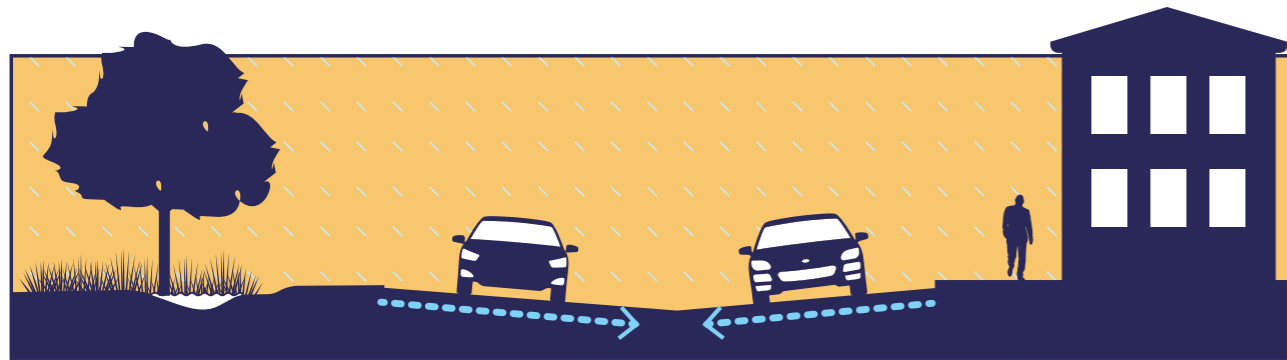


Erfaringer/annet

Benyttet som en del av flomvei i Porsgrunn. Kombineres gjerne med kantstein, grøft, kanal med og uten rist. Takfall (og ensidig fall) vil antatt være best for tilpasning til eksisterende situasjon og anses som god løsning teknisk og kostnadsmessig i kombinasjon med andre elementer dersom man oppnår tilstrekkelig kapasitet.

4.1.3 Tverrprofil: V-profil

V-profilet er lite anvendt i veg og gateutforming i Norge, men kan være et aktuelt tverrprofil å bruke ved etablering av flomvei. V-profilet leder overvannet mot senter av veien hvor overvannet blir ledet åpent eller til sluk eller grøft/grøntrabatt.



Bilde 4.5: V-profil i Rue Dessoles, Auch, Frankrike (Foto: Rambøll)



Vannføringskapasitet

Som enkeltstående tiltak vil V-profil ha noe vannføringskapasitet. I kombinasjon med kantstein, grøft eller lignende elementer vil V-profil kunne lede betydelige mengder vann.



Styring av vann

Egnet til å styre vannet, men det vil være utfordrende med retningsforandring ved stor vannføring. Bedre styring kan oppnås ved bruk av kantstein eller kantelementer.



Drift og vedlikehold, vinter

Drift og vedlikehold må tilpasses veiens funksjon som flomvei. Lavpunkt i midten av veien vil medføre en driftsutforming i forbindelse med måking og eventuell isdannelse. Antall felt eller bredden på veien kan være avgjørende med tanke på funksjonen til brøyteutstyr. Veien bør vurderes å etableres som full tofeltsvei pga. brøyteskjærets bredde. Dersom veien er for smal kan skjæret skrape opp veien. Veien bør driftes på en mer skånsom måte enn normale veier for å hindre skader eller sår i veioverflaten. Konflikt med sluk og brøyteskjær kan bli en utfordring. Spesielttilpasset sluk for V-profil kan være et forebyggende tiltak.



Infrastruktur under terreng

Endring kan medføre behov for omlegging av kabler og rør under terreng. Da de fleste veier er utformet med ensidig fall eller takfall, kan man forvente større endringer i tverrprofilene for å tilpasse disse som flomvei med V-profil. På grunn av potensielt store overgangskurver vil tilpasning til tilgrensende veier kunne bli omfattende. Dette kan øke et omleggingsbehov av infrastruktur. Ved eventuelt senkning av veihøyder for å tilpasse et gjennomgående veistrekk vil omleggingsbehovet trolig øke. Kan medføre etablering av sluk, sandfang og infrastruktur i senter vei. Dette kan potensielt komme i direkte konflikt med eksisterende infrastruktur eller ligge innenfor hensynssoner for eksisterende infrastruktur.



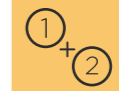
Arealbehov

Ikke arealbehov utover veitverrsnittet ved behov for lav vannføringskapasitet. Ved behov for større vannføringskapasitet må arealer eller elementer utenfor vegbanen benyttes. Omprofilering til V-profil kan føre til terrenginngrep/overgangskurver til eksisterende terreng. Dette beslaglegger areal. Det er enklere å etablere V-profil i nye veier enn å tilpasse dette eksisterende bebyggelse og tett by.



Erfaringer/annet

Benyttet som en del av flomvei i Porsgrunn. Også benyttet i Karlstad, Sverige og i Middelfart i Danmark.



Kombinasjon med trinn 1 og 2

Egnet i kombinasjon med for eksempel grønn midtrabatt. Kombinasjonsløsning med grønn midtrabatt ivaretar trinn 1 og 2. Innløp må tilpasses med tanke på vannmengde og hastighet. En grønn midtrabatt kan trolig minimere utfordringene både når det gjelder brøyting og konflikt mellom kjøretøy.



Risiko for trafikanter

På grunn av tverrsnittets vannføringskapasitet kan fortauet potensielt holdes fritt for vann. En må påse at tverrsnittet ikke skaper konflikt mellom store motgående kjøretøy som heller mot hverandre. I tillegg bør en sjekke om tverrsnittet vanskeliggjør påstigningen på kollektivtrafikken for enkelte grupper (rullestol, gåstol osv.) Det kan være plass til utrykning på begge sider av veien.

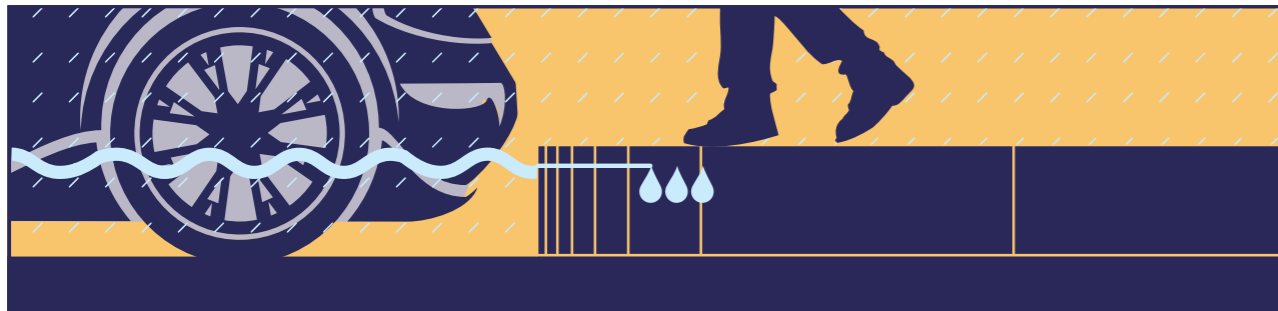


Drift og vedlikehold, sommer

Det anbefales jevnlig inspeksjon og vedlikehold av veibanen. Hull og åpninger i slitedekket kan føre til at vannet kan "få tak" i en flomsituasjon. Spesielt er det viktig å vedlikeholde veien om våren for å rette opp skader etter vinter. Tømming av sandfang kan stenge veien for trafikk da man må operere i midten av veibanen. Det kan i tillegg være utfordrende å komme seg til midten av veien for evt. inspeksjon av sandfang.

4.2 Kantstein

Avvisende kantstein kan bidra til å øke vannføringskapasiteten og styre flomvannet i ønsket retning. Kantstein brukes for å avgrense areal for motorisert trafikk og i forbindelse med overvannstiltak, som f.eks. å lede overvann til regnbed. Gatennormalen for Oslo kommune stiller krav til hvilken vishøyde man skal ha i de forskjellige gatetypologiene, og varierer fra 6–13 cm. Det bør vurderes om man kan fravike gitte kantsteinshøyder der man ser at dette er nødvendig for å oppnå ønsket kapasitet i en trygg flomvei.



Dette sier Gatennormalen for Oslo kommune om vishøyder på kantstein:

Ved stoppesteder for buss skal kantsteinsvis være 18 cm og for trikk 30 cm. I gater som fungerer som transportåre, med høy trafikal kompleksitet og ofte kollektivtrafikk, skal kantsteinsvis være 13 cm (A3, B3 og C1-gater). I gater med lav hastighet og begrenset trafikk, som kan ha andre funksjoner i tillegg til transport, skal kantsteinsvis være 10 cm (B1 og B2-gater). I gater som ikke inviterer til gjennomgangstrafikk og hvor hastighet og trafikkmengde er lav, med stort fokus på gående og syklende, skal kantsteinsvis være 6-10 cm (A2-gater).

Bilde 4.6: Kantstein med forsenkning, Grønvoll allé, Oslo (Foto: Rambøll)

Dette sier brann- og redningsetaten i Oslo kommune:

For å sikre tilkomst for brann- og redningsmannskap, har de et krav på maksimalt 15 cm vishøyde på kantstein.

Gjeldende krav og normer for andre kommuner:

N100 – Veg- og gateutforming stiller krav til vishøyde og utforming av kantstein langs vei og gate. For krav til utforming av vei- og gate i øvrige kommuner henvises til deres gjeldende normaler eller N100, dersom denne normalen er styrende for kommunen.



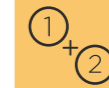
Vannføringskapasitet

Kantstein vil bidra til å holde flomvannet innenfor veiprofilet. Med vishøyde over normalen vil vannføringskapasiteten øke ytterligere. En økning av vis-høyde er et av grepene som har størst effekt på vannføringskapasiteten i tverrsnittet, og kan utføres med relativt små tilpasninger.



Infrastruktur under terreng

Kantstein krever et godt fundament, foreslått i betong, som vil medføre at etablering av ny kantstein vil kunne komme i konflikt med eksisterende infrastruktur. Fundamentene stikker normalt ikke dypt og det forventes derfor lite behov for tilpasning til infrastruktur.



Kombinasjon med trinn 1 og 2

Utformingen av kantsteinslinjen er viktig for funksjon av eventuelle tilknyttede grønne løsninger. Innløp gjennom kantsteinslinjen kan løses med kjeftsluk, nedsenket kantstein, O-vis, opphold i kantsteinslinjen med tilpasset fall mm. og må tilpasses lokale forhold, spesielt gatens lengdefall.



Styring av vann

Kantstein egner seg godt til å styre vannet og høyden på kanten kan tilpasses med relativt enkle tilpasninger. Hvor høy kanten kan være er stedsbetinget med tanke på blant annet trafikksikkerhet, tilpasning til kollektivtransport, universell utforming, fremkommelighet mm.



Arealbehov

Lite arealbehov. Kantstein i seg selv tar opp lite plass i veitverrsnittet.



Risiko for trafikanter

Kan brukes til å skille vannstrømmer fra trafikanter. Høye kanter kan føre til å presse syklister ut i veien på grunn av konflikt med pedalen eller sykkelen.

Høye kanter kan hindre mobilitet for enkelte grupper (rullestol, gåstol osv.) og gi utfordringer med tanke på universell utforming.



Drift og vedlikehold, sommer

Det anbefales jevnlig inspeksjon og vedlikehold av kantstein. I overgang mellom kantstein og veibane er det viktig at det ikke dannes åpninger eller sår. Spesielt er det viktig å vedlikeholde kantstein om våren for å rette opp skader etter vinter.



Drift og vedlikehold, vinter

Drift og vedlikehold må tilpasses veiens funksjon som flomvei. Veien bør driftes på en mer skånsom måte enn normale veier for å hindre skader eller sår i overgang mellom kantstein og veidekke. Brøyteskjær kan da løsne kantsteinen. Tilpasning slik at brøyteskjær kan følge steinen uavbrutt anbefales.

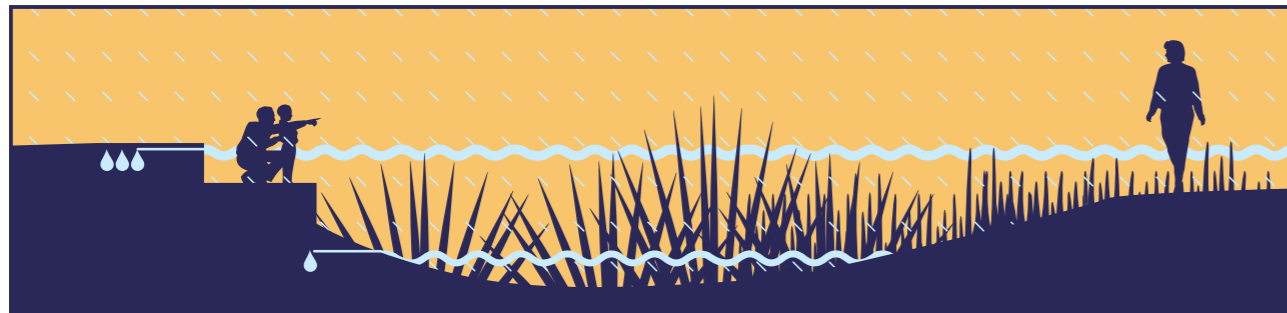


Erfaringer/annet

Benyttet som en del av flomvei og for å styre flom- og overvann i ønsket retning i Porsgrunn.

4.3 Grøft og vadi

Grøfter og vadier kan benyttes til å øke vannføringskapasiteten og kan være etablert på hver side av veien, mellom kjørefeltene eller på en side av veien. Grøft eller vadi kan etableres på tradisjonell måte i løsmasser eller erosjonssikres dersom det er stor risiko for erosjonsskade. Grøft og vadier i tilknytning til vei- og gater har som funksjon å håndtere overvann og kan ivareta alle trinn i tretrinnsstrategien dersom det er tilstrekkelig areal tilgjengelig.



Bilde 4.7: Langsgående grøft med terskler, Malerhaugveien, Oslo (Foto: Rambøll)

Når bør grøft erosjonssikres?

Behovet for erosjonssikring av grøft må vurderes i hvert enkelt tilfelle, av hensyn til blant annet grunnforhold, forventet vannføring og vanddybde. Ved en vannhastighet på 1 - 1,5 m/s bør grøfter som skal brukes i forbindelse med flomveier erosjonssikres. Erosjonssikring gjøres både for å forhindre erosjon i grøft og for å beskytte veiens overbygning. Terskler i grøfter- og vadi kan etableres dersom det er behov for å redusere energien i vannet.

Hva sier N200 om utforming av grøfter?

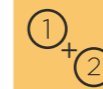
Det skilles mellom to typer utforming på grøfter:

- Åpen drengroft
- Grunne overvannsgrøfter med lukket drenering
- Grøftebunn bør ha en minimumsbredde på 50 cm



Vannføringskapasitet

Som enkeltstående tiltak kan grøft og vadi ha god vannføringskapasitet utenfor veitversnittet. Grøft og vadi vil sammen med veiprofilen kunne lede betydelige mengder vann. Stikkrenner under avkjøringer e.l. kan potensielt føre til flaskehals eller sårbare punkter med redusert kapasitet.



Kombinasjon med trinn 1 og 2

Riktig plassert grøft og vadi sørger for ivaretagelse av trinn 1 og 2, og å holde hele eller deler av veibanen fri for vann i de fleste nedbørshendelser. Vegetasjon må tilpasses vannmengde- og hastighet.



Infrastruktur under terreng

Etablering av grøfter i eksisterende veiprofil vil kunne medføre behov for omlegging av kabler og rør under terreng. Kabler som gjerne ligger i øverste 60-100 cm vil trolig bli påvirket. Ved reduksjon av overdekning over VA-infrastruktur kan isolasjon benyttes som avbøtende tiltak for frostproblematikk istedet for omlegging.



Styring av vann

Kan være godt egnet til å styre vannet.



Arealbehov

Beslaglegger arealer utenfor veitversnittet. Arealbehovet vil avhenge av nødvendig vannføringskapasitet til den trygge flomveien, bredder, og derav areal.



Drift og vedlikehold, sommer

Det anbefales jevnlig inspeksjon og vedlikehold av grøft og vadi. Vegeterte grøfter og vadier er mer sårbare for erosjon enn åpne kanaler med fast dekke, men bidrar til lavere avrenning og hastigheter. I overgang mellom grøft og veibanen er det viktig at det ikke dannes åpninger eller sår. Spesielt er det viktig å vedlikeholde kritiske punkter om våren for å rette opp skader etter vinter.



Drift og vedlikehold, vinter

Grøft og vadi bør holdes funksjonelt gjennom hele vinteren slik at funksjonen opprettholdes. Grøft og vadi bør ikke benyttes som snøopplag. Veien bør driftes på en mer skånsom måte enn normale veier for å hindre skader eller sår i overgang mellom grøft og veidekke.



Risiko for trafikanter

Kan brukes til å skille vannstrømmer fra trafikanter.

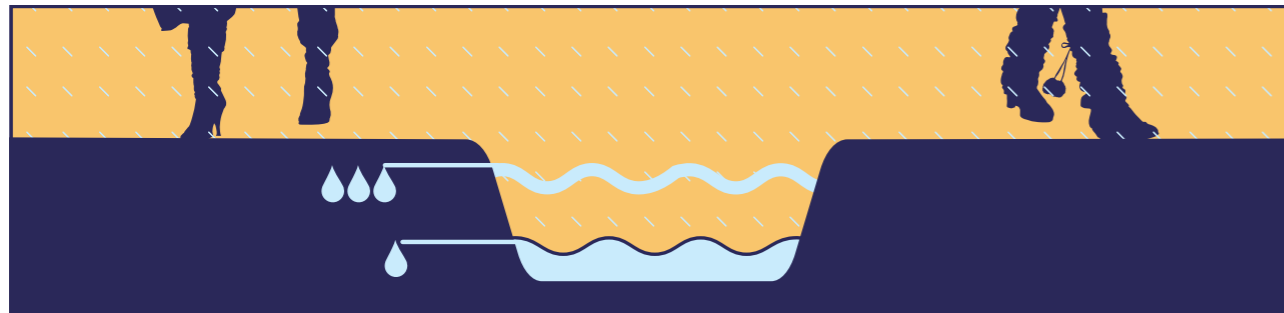


Erfaringer/annet

Grøft/vadi i midten eller på siden av kjørebane kan ha stor kapasitetsøkende effekt. Kan bidra positivt til andre formål enn kun flomhåndtering, som for eksempel styrking av biologisk mangfold.

4.4 Åpen kanal

Åpne kanaler frakter overvann eller flomvann frem til fordrøyingsområder eller resipient. Kanalene kan være utformet i ulike materialer, som for eksempel naturstein eller betong. Størrelse og design varierer.



Bilde 4.8: Åpen kanal i Throvald Meyers gate/Olaf Ryes plass, Oslo (Foto: Oda Fjellang, Bykuben)



Vannføringskapasitet

Som enkeltstående tiltak kan åpen kanal ha god vannføringskapasitet. Åpen kanal vil sammen med veiprofilen kunne lede betydelige mengder vann. Stikkrenner under avkjøringer e.l. kan potensielt føre til flaskehals eller sårbare punkter med redusert kapasitet og må tilpasses i hvert enkelt tilfelle.



Styring av vann

Kan være godt egnet til å styre vannet.



Drift og vedlikehold, sommer

Det anbefales jevnlig inspeksjon og vedlikehold av renner og kanaler for å opprettholde funksjon over tid.

Åpne kanaler med fast dekke er ikke like sårbart for erosjon som vegeterte grøfter/vadier, men bidrar til raskere avrenning. I overgang mellom kanal og veibane er det viktig at det ikke dannes åpninger eller sår. Spesielt er det viktig å vedlikeholde kritiske punkter om våren for å rette opp skader etter vinter.



Infrastruktur under terreng

Etablering av kanaler i eksisterende veiprofil vil kunne medføre behov for omlegging av kabler og rør under terreng. Normalt stikker ikke tørre kanaler dypt og det forventes derfor lite behov for tilpasning til infrastruktur. Kabler som gjerne ligger i øverste 60-100 cm vil trolig bli påvirket. Ved redusering av overdekning over VA-infrastruktur kan isolasjon benyttes som avbøtende tiltak for frostproblematikk istedet for omlegging.



Arealbehov

Renner krever eget avsatt areal i vei- eller gatetverrsnittet og innebærer ikke sambruk med andre funksjoner. Størrelsen på rennen vil avhenge av nødvendig vannføringskapasitet. 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.



Drift og vedlikehold, vinter

Åpne kanaler bør ikke benyttes som snøopplag og holdes funksjonelle gjennom hele vinteren. Veien bør driftes på en mer skånsom måte enn normale veier for å hindre skader eller sår i overgang mellom grøft og veidekke.



Kombinasjon med trinn 1 og 2

Kan benyttes for å lede vann til (blå)grønne løsninger utenfor veitverrsnittet.



Risiko for trafikanter

Kan brukes til å skille vannstrømmer fra trafikanter. Kan medføre risiko for fall og snubling både for gående og syklister. Høye kanter kan hindre mobilitet for enkelte grupper (rullestol, gåstol osv.) og gi utfordringer mtp. universell utforming.

Åpne kanaler kan være attraktivt for barn i form av vannlek, kan bli en risikofaktor i trafikkerte områder. Tiltaket kan utformes med ulike dybder, bredder og helninger, men anses som best egnet i områder uten trafikk eller med lav hastighet.



Erfaringer/annet

Benyttet på bla. Grunerløkka og Snippenparken i Oslo. Kan bidra positivt til andre formål enn kun flomhåndtering, som for eksempel rekreasjon/lek.

4.5 Skybruddsrenne

Kanal med rist, også kalt skybruddsrenne, er en dyp renne med rist som gjør at de kan benyttes i kjøreareal og hindrer at løv og søppel føres ned i rennen. Risten sikrer også mot at trafikanter eller uønskede store elementer finner veien ned i dem. Den kan benyttes både på tvers av gaten/veien for å fange og avlede vannmengder til egnende sidearealer, eller langs vannretning for å styre vannet.



Bilde 4.9: Skybruddsrenne (Foto: Rambøll)



Vannføringskapasitet

Som enkeltstående tiltak kan skybruddsrenne ha god vannføringskapasitet. Hvis det benyttes prefabrikkerte ristelementer begrenser dette kanalens bredde og derav kapasitet. I kombinasjon med å benytte veiprofilen som vannførende tverrsnitt vil man kunne lede større mengder vann.



Styring av vann

Kan være godt egnet til å styre vannet.



Drift og vedlikehold, sommer

Det anbefales jevnlig inspeksjon og vedlikehold av kanaler. Risten er et sårbart punkt. Spesielt dersom den benyttes i V-profil og med tanke på trafikk. Risten må i trafikkerte areal etableres som kjøresterk. Risten kan tettes eller fylles av løv, blader og søppel, og bør spyles med jevne mellomrom. I overgang mellom rist og veibanen er det viktig at det ikke dannes åpninger eller sår. Spesielt er det viktig å vedlikeholde kritiske punkter om våren for å rette opp skader etter vinter. I kjøreareal kreves det noe ekstra logistikk rundt å få tømt/vedlikeholdt rennene på grunn av eventuelt avstengning av kjørefelt, trafikkdirigering, tilkomst av spyle/sugebil. Det må planlegges godt for hvordan drift og vedlikehold skal gjennomføres, særlig når det er kritiske punkter som skal vedlikeholdes jevnlig.



Infrastruktur under terreng

Etablering av kanaler med rist i eksisterende veiprofil vil kunne medføre behov for omlegging av kabler og rør under terreng.

Normalt stikker ikke tørre kanaler dypt og det forventes derfor lite behov for tilpasning til infrastruktur. Kabler som gjerne ligger i øverste 60-100 cm vil trolig bli påvirket. Ved redusering av overdekning over VA-infrastruktur kan isolasjon benyttes som avbøtende tiltak for frostproblematikk istedet for omlegging.



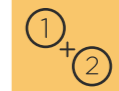
Arealbehov

Kompakt løsning som medfører normalt noe arealbehov, men kan etableres som en del av veitvernsnittet. Det bør imidlertid sjekkes at det er satt av tilstrekkelig areal til drift og vedlikehold.



Drift og vedlikehold, vinter

Risten kan tettes av snø og is om vinteren, og kan være bedre egnet i varmere vinterklima. Potensielt sårbart mot hyppige tine- og fryseperioder. Varmekabel er et avbøtende tiltak men medfører drift og fare for tekniske fei/utfordringer. Rist er et sårbart punkt for brøyteskjæret/ ved brøyting. Veien bør driftes på en mer skånsom måte enn normale veier for å hindre skader eller sår i rist eller i overgang mellom rist og veidekke.



Kombinasjon med trinn 1 og 2

Kan benyttes for å lede vann til (blå)grønne løsninger utenfor veitvernsnittet.



Risiko for trafikanter

Kan brukes til å skille vannstrømmer fra trafikanter. Rister kan bli glatte og medføre fare for syklistene eller fotgjengere. Ristene er sårbare punkt og kan ødelegges av trafikk og tunge kjøretøy. Skadede rister kan potensielt utgjøre en fare for andre trafikanter. Tiltaket er best egnet ved lite/ingen trafikk og lav hastighet.



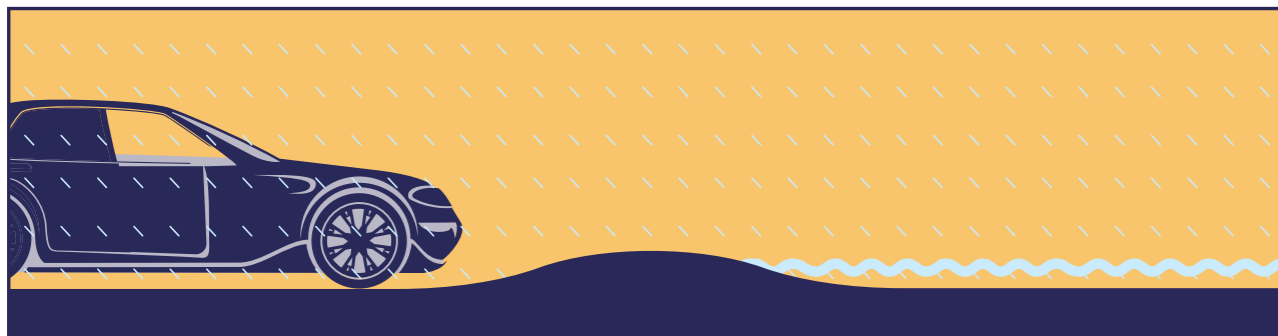
Erfaringer/annet

Tiltaket, også kalt skybruddsrenne, er mye benyttet i København. Tiltaket er kompakt og brukes gjerne i urbane strøk.

Syklister styrer unna skybruddsristene og sykler heller i veibanen. Løsningen kan føre til økt støy ved overkjøringer. Kan benyttes ved avkjøringer og kombineres med grøft, vadi eller åpen kanal. Potensielt kan risten byttes ut med fast dekke og punktvis innløp/sluk (samme funksjon som grunn overvannsledning). Dette vil kunne redusere driftsutfordringer, men samtidig gjøre det vanskeligere å sjekke om rennen tettes til. Hvis mulig bør «hyllevare», men medfølgende sikkerhet og driftsrutiner benyttes.

4.6 Tverrstillt opphøyning av vei (fartshump)

Hovedfunksjonen er å fungere som et avskjærende element som sikrer at overvann ledes i riktig retning. Tilpasset fartshump vil kunne bidra til å holde flomvannet innenfor veiprofilen i kryss og ved avkjøringer. Tiltaket kan fungere fartsdempende på både bilister og på overvann.



Bilde 4.10: Fartshump i Danmark etablert for å lede vann vekk fra parkeringsplass (Foto: Rambøll)



Vannføringskapasitet

Kan lede relativt store vannmengder. Tiltaket vil imidlertid kun lede relativt små vannmengder som retningsendrende element. For å sikre god funksjon er det viktig at tiltaket kobles til nærliggende fortauskanten eller terrenget slik at overvannet ledes dit det skal. Etablering av fartshump for å lede vannet vil kunne redusere behovet for senkning eller omprofilering av veibanen. Tiltaket anses som relativt enkelt med stor hydraulisk effekt.



Styring av vann

Kan være godt egnet til å lede vannet ved å fungere som barrierer ved for eksempel avkjøringer eller kryss.



Drift og vedlikehold, vinter

Veien bør driftes på en mer skånsom måte enn normale veier for å hindre skader eller sår i i overgangen.



Kombinasjon med trinn 1 og 2

Ikke relevant.



Arealbehov

Lite arealbehov. En tverrstillt opphøyning (fartshump) krever ikke arealer ut over tverrsnittet til veibanen. Kan komme i konflikt med innkjøringer, fotgjengeroverganger eller lignende som kan medføre tilpasninger og arealbehov for andre elementer eller funksjoner enn fartshumpen.



Drift og vedlikehold, sommer

Det anbefales jevnlig inspeksjon og vedlikehold av tiltaket. Tiltaket krever ikke spesielle driftsmessige tiltak utover vanlig driftsvedlikehold for gater. I overgang mellom opphøyd vei og veibane er det viktig at det ikke dannes åpninger eller sår. Spesielt er det viktig å vedlikeholde kritiske punkter om våren for å rette opp skader etter vinter.



Infrastruktur under terreng

Etablering av opphøyd vei i eksisterende veiprofil vil normalt ikke medføre behov for omlegging av kabler og rør under terreng.



Risiko for trafikanter

Kan brukes til å skille vannstrømmer fra trafikanter. Fartsdempende tiltak kan kun benyttes på veier med fartsgrense på 50 km/t eller mindre.

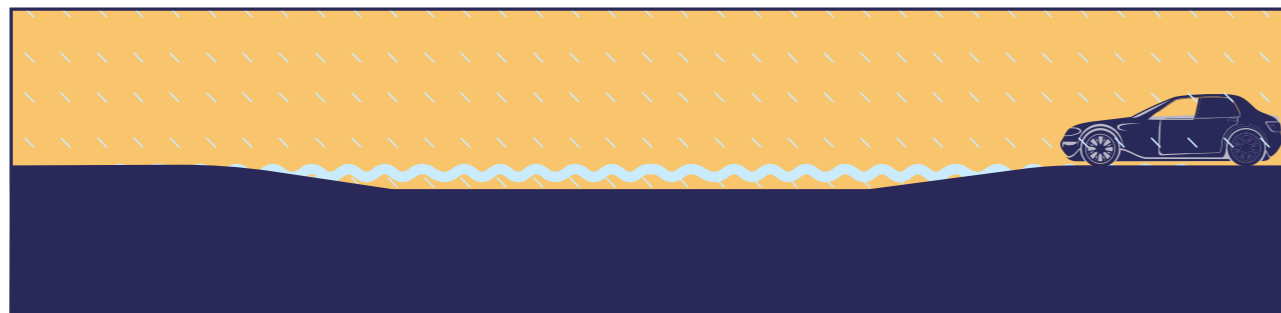


Erfaringer/annet

Benyttet i Porsgrunn for å styre flomvann i ønsket retning. Kan benyttes i kombinasjon som fartsreduserende tiltak på veier med fartsgrense 50 km/t og lavere.

4.7 Tverrstillt nedsenkning av vei (fartsdump)

Fartsdump er det motsatte av en fartshump. Dette tiltaket har en avskjærende eller styrende funksjon, avhengig av hvilke behov som skal ivaretas. Veien senkes over en kort strekning, enten for å lede vannet ut til siden, eller for å styre vannet på tvers av veien i forbindelse med kryss.



Bilde 4.11: Omvendt fartshump/fartsdump i Kokkedal, Danmark (Foto: Rambøll)



Vannføringskapasitet

Vil kunne lede relativt små vannmengder som retningsendrende element. Det er viktig å ta hensyn til utforming av utløpet.



Styring av vann

Egnet til å styre vannet, men kan ikke styre store vannmengder.



Drift og vedlikehold, sommer

Det anbefales jevnlig inspeksjon og vedlikehold av tiltaket.

I overgang mellom nedsenket vei og veibane er det viktig at det ikke dannes åpninger eller sår. Spesielt er det viktig å vedlikeholde kritiske punkter om våren for å rette opp skader etter vinter.



Infrastruktur under terreng

Etablering av nedsenket vei i eksisterende veiprofil vil kunne medføre behov for omlegging av kabler og rør i bakken, men normalt sett i et antatt lite omfang. Ved reduisering av overdekning over VA-infrastruktur kan isolasjon benyttes som avbøtende tiltak for frostproblematikk istedet for omlegging.



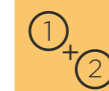
Arealbehov

Lite arealbehov. En tverrstillt nedsenkning av vei (fartsdump) kan kreve arealer ut over tverrsnittet til veibanen til plastring av utløp eller innløp eller tilsvarende tiltak. Kan komme i konflikt med innkjøringer, fotgjengeroverganger eller lignende som kan medføre tilpasninger og arealbehov for andre elementer eller funksjoner enn fartsdumpen.



Erfaringer/annet

Benyttet Vanåsgatan, Malmö og Kokkedal i Danmark. Kan benyttes i kombinasjon som fartsreducerende tiltak på veier med fartsgrense 50 km/t og lavere.



Kombinasjon med trinn 1 og 2

Kan benyttes for å lede vann til (blå)grønne løsninger utenfor veitverrsnittet. Kan lede vann på tvers av veien, for eksempel fra grøft til grøft, hvis det er behov for å bytte side for flomvei.



Risiko for trafikanter

Kan brukes til å skille vannstrømmer fra trafikanter. Det kan være vanskelig å etablere løsningen på sterkt trafikkerte veier.

Ved bruk må det påses at løsningen ikke hindrer fremkommelighet for blålysetater ved store vanndybder for veier som er sentrale for adkomst. Løsningen krever tydelig oppmerking.

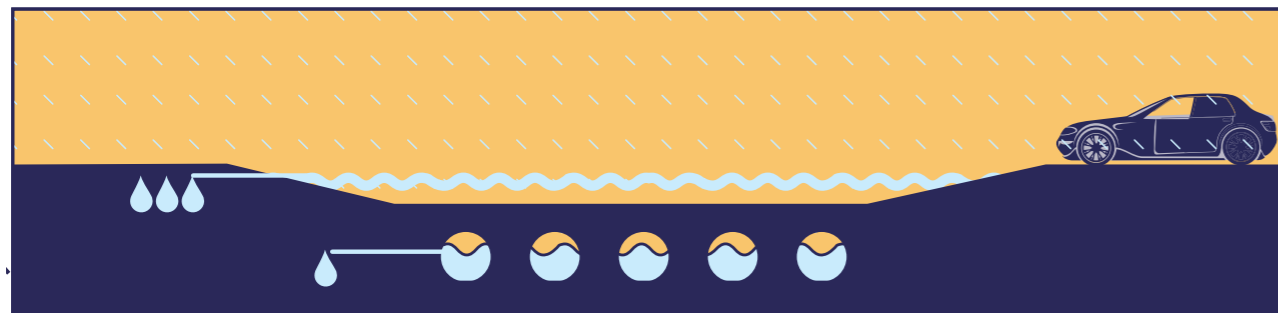


Drift og vedlikehold, vinter

Veien bør driftes på en mer skånsom måte enn normale veier for å hindre skader eller sår i i overganger. Nedsenkningen må være så slak at den ikke byr på utfordringer for brøyting. Kan gi utfordringer med ising ved 0-graders-svingninge.

4.8 Irish crossing

Irish crossing er en versjon av fartsdump, med slakere senkning av veibanen. I en ikke-urban/rural sammenheng vil lavvannføring ledes i stikkledninger/kulvert under veibanen. Ved flomsituasjoner vil vannet også flomme over veidekket. I en urban sammenheng vil en irish crossing være en forsenkning som kan lede større vannmengder på tvers av veien i flomsituasjoner. Tiltaket kan kombineres med stikkrenner/kulverter også i urbane sammenhenger.

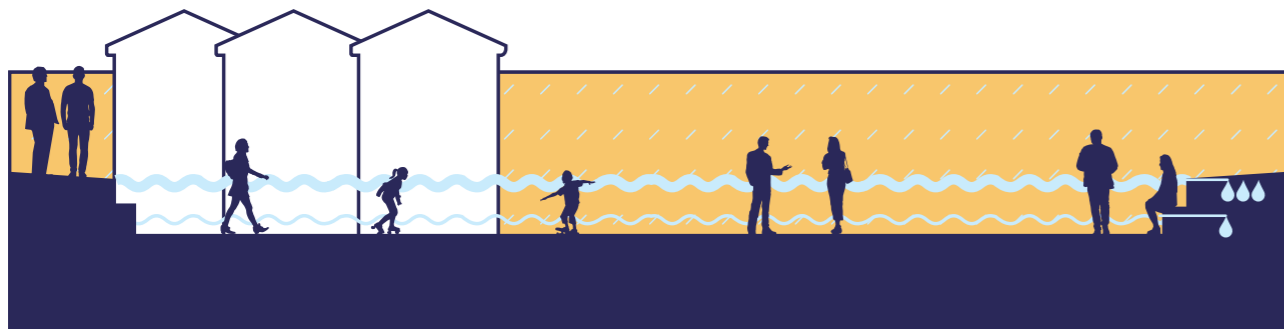


Bilde 4.12: Irish crossing (Foto: James Cooke)

 Vannføringskapasitet	 Infrastruktur under terreng	 Kombinasjon med trinn 1 og 2
Vil kunne lede betydelig mengder vann ved krysninger og er designet til å fungere når vannføring på tvers av veien overskrider kapasiteten til underliggende kulvert(er).	Etablering av Irish crossing i eksisterende veiprofil vil kunne medføre behov for omlegging av kabler og rør under terreng.	Ikke relevant.
 Styring av vann	 Arealbehov	 Risiko for trafikanter
Kan styre store vannmengder ved krysninger. Kan lede vann på tvers av veien, for eksempel fra grøft til grøft, hvis det er behov for å bytte side for flomvei.	Krysningsløsning som medfører arealbehov ut over veiens bredde.	Grunnet potensielt store vannstrømmer på tvers av vei vil det være noe risiko for trafikanter. Løsningen krever tydelig oppmerking.
 Drift og vedlikehold, vinter	 Drift og vedlikehold, sommer	 Erfaringer/annet
Veien bør driftes på en mer skånsom måte enn normale veier for å hindre skader eller sår i i overganger.	Det anbefales jevnlig inspeksjon og vedlikehold av tiltaket. I overgang mellom Irish crossing og veibane er det viktig at det ikke dannes åpninger eller sår. Spesielt er det viktig å vedlikeholde kritiske punkter om våren for å rette opp skader etter vinter.	Kan kombineres med kryssende kulverter. Kan stedstilpasses og bygges som et betongelement som tåler erosjon bedre enn normal veioverbygning.

4.9 Nedsenket flomareal

I gater der det er tilgjengelig areal og forholdene ligger til rette for det, kan det etableres et nedsenket flomareal. Tiltaket kan for eksempel kombineres med regnbed eller grønne fordrøyningsfelt. Tiltaket er også egnet i gatens tilstøtende arealer for å begrense flomvannmengden i flomveien.



Tiltaket kan være relevant dersom det må gjøres større grep for å oppnå ønsket vannføringskapasitet og hvor gatens funksjoner må omprioriteres eller omdisponeres, og hvor oppstuvning av flomvann allerede er en utfordring.

Nedsenket flomareal kan bli et multifunksjonelt element i by- og gatebildet, hvor det for eksempel kan legges til rette for opphold, aktiviteter og attraksjoner. Til venstre vises et eksempel fra Scandiagade i København, hvor det nedsenkede flomarealet er utformet som et anlegg med flere funksjoner.

Bilde 4.13: Nedsenket flomareal i Scandiagade, København (Foto: Rambøll)



Vannføringskapasitet

Vil kunne lede og eventuelt holde tilbake relativt store vannmengder avhengig av utforming.



Styring av vann

Kan styre og eventuelt holde tilbake store vannmengder.



Drift og vedlikehold, sommer

Det anbefales jevnlig inspeksjon og vedlikehold av tiltaket. I overgang mellom nedsenket flomareal og veibane er det viktig at det ikke dannes åpninger eller sår. Spesielt er det viktig å vedlikeholde kritiske punkter om våren for å rette opp skader etter vinter. Det forventes relativt store driftsbehov i etterkant av en flomhendelse, da flomvann normalt fører med seg store mengder grus, løv og finstoff som vi sedimentere i nedsenkede flomareal.



Infrastruktur under terreng

Etablering av nedsenkede flomareal i eksisterende veiprofil vil kunne medføre behov for omlegging av kabler og rør under terreng. Flomarealet kan etableres dypere enn tradisjonelle grøfter og vadier, noe som setter føringer for omfanget av omleggingen.



Arealbehov

Medfører relativt store arealbehov ut over veiens bredde. Kan for eksempel medføre beslagleggelse av parkeringsplasser langs vei eller stenging av kjørefelt og hele gater.



Drift og vedlikehold, vinter

Nedsenkede flomarealer må ikke benyttes som snøopplag og holdes fri gjennom vinteren. Veien bør driftes på en mer skånsom måte enn normale veier for å hindre skader eller sår i overgang mellom flomareal og veidekke. Skjødsel og driftsplan vil kunne være nødvendig.



Kombinasjon med trinn 1 og 2

Godt egnet for kombinasjonsløsninger for trinn 1 og 2.



Risiko for trafikanter

Kan brukes til å skille vannstrømmer fra trafikanter. Potensielt store høyder og bruk av rekkverk o.l. kan være aktuelt. Høye kanter kan hindre mobilitet for enkelte grupper (rullestol, gåstol osv.) og gi utfordringer mtp. universell utforming.



Erfaringer/annet

I Scandiagade i København er nedsenket flomareal og park kombinert. Kan bidra positivt til andre formål enn kun flomhåndtering, som for eksempel biologisk mangfold og rekreasjon.

05

Tilpasning av elementer i vei og gate

- 5.1 Veioppbygning
- 5.2 Overflater
- 5.3 Trær og vegetasjon
- 5.4 Møblering
- 5.5 Energidrepere
- 5.6 Rundkjøringer
- 5.7 Kryss
- 5.8 Drift
- 5.9 Kommunikasjon og bevisstgjøring av brukerne

5.1 Veioppbygning

Foreslått veioppbygning er basert på innspill og dialog med entreprenører og veiteknologer med lang erfaring innen veibygging. Veioppbygningen er ikke testet i en flomvei, men forslaget baserer seg på tradisjonelle og kjente materialer.

Erosjon av veier

Erosjon av veier har en tett sammenheng med vann og dets evne til å svekke veiens bæreevne ved å trenge inn i vannømfintlige materialer. 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.

Til tross for høye vannhastigheter vil selve asfaltdekket trolig kunne motstå erosjon forutsatt at dekket ikke er skadet (rifter, krakeleringer mm.). De fleste veiene er imidlertid ikke helt uten rifter og skader. Ved hull og åpninger i dekket har vannet mulighet til å «ta tak», og som følge av dette kan videre erosjon oppstå og raskt utvikle seg til kritiske skader.

Erosjonsskader i forbindelse med vei er derfor ofte forbundet med utvasking av finstoffet som blant annet er i mekanisk stabilisert bærelag under asfaltdekket 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 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.

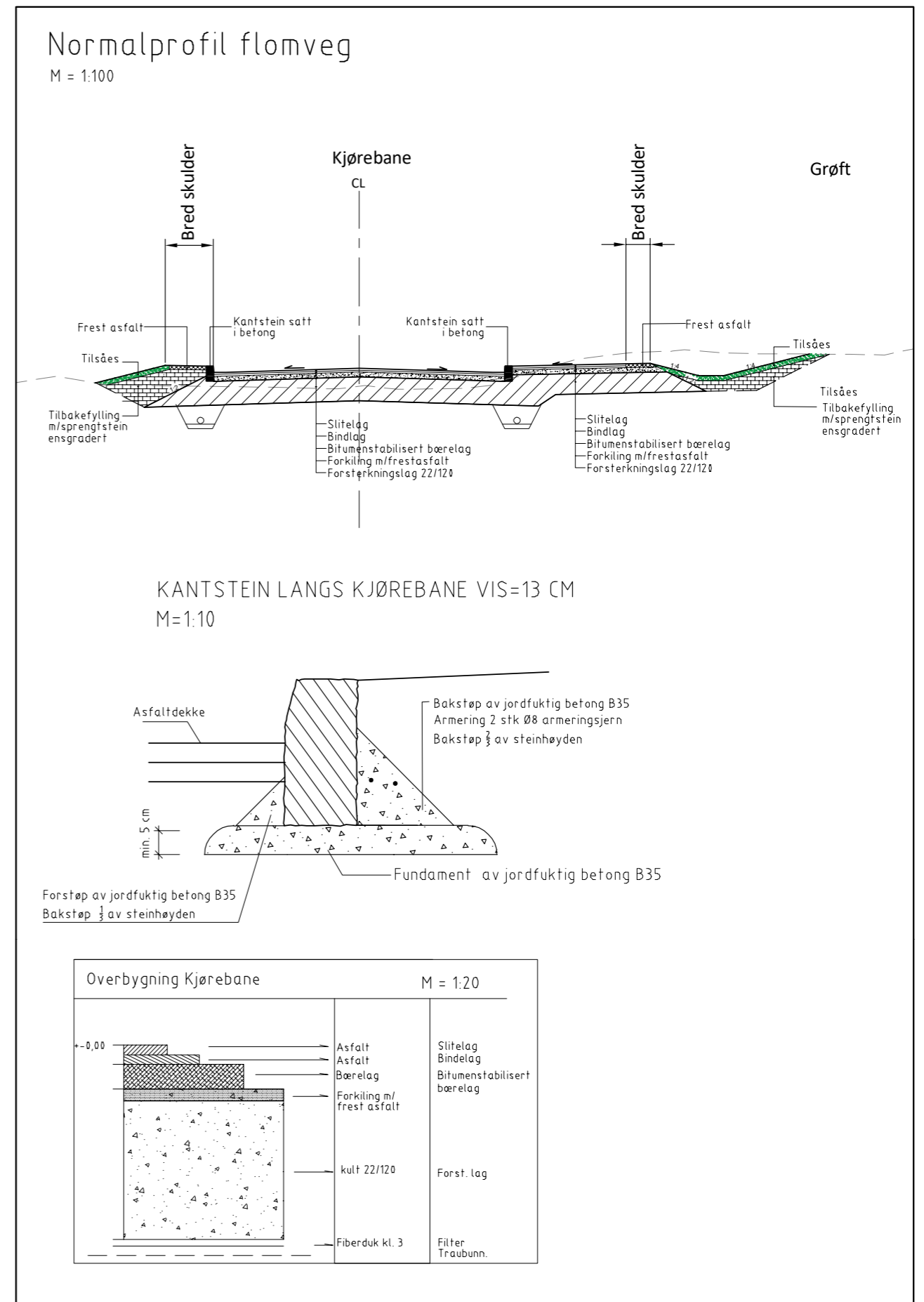
Skråningshelning, forkiling og forsegling

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 sprengstein.

Dekke

Høyere bindemiddelinhold i asfalten kan vurderes i dekket der en anser at store vannmengder og -hastigheter, samt masser som blir ført med vannet fører til merkbar nedbrytende effekt av selve dekket.



Figur 5.1: Forslag til normalprofil, Kantsteindetalj og overbygning kjørebane (Figur: Rambøll)

5.2 Overflater

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 asfaltgrus (Ag)).

Kantstein

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 vei som en regner med kan bli stående under vann. Det er derfor å foretrekke at kantsteinen settes på et fundament av betong. Bruk av spesiell kantstein med fals slik asfalten «forankres» i kantstein og forhindrer vannet i å gå ned i veioverbygningen er ses også på som en mulig løsning.

Avkjørsler anlegges som regel med nedsenket kantstein, og det er derfor viktig at en ser på plassering av avkjørsler i sammenheng med vegens funksjon som flomvei. Eksempelvis bør en unngå å anlegge avkjørsler i vegens lavbrekk.

Øvrig

Lokal erosjon rundt opphøyninger i flomveien kan forekomme. Omfanget av møblering av flomveier i vei og gate bør derfor vurderes i hvert enkelt tilfelle. I overgangen mellom asfalt og infrastruktur som for eksempel kantstein og kumringer bør utførende være påpasselig med å smøre med bitumen. Dette gjøres for å tette overganger og hindre vannet i å trenge inn i vegoverbygningen. I de fleste situasjoner er dette vanlig praksis, men i flomveier vil det være formålstjenlig å være ekstra oppmerksom på dette.

Flomveiens sideløp ut fra veien eller gaten

For flomveier som går ut av selve veien, for eksempel videre nedstrøms til en fordrøyningsone eller en resipient, er det særlig viktig at vegskulder samt fyllingsskråning og fyllingsfot erosjonssikres. Erosjonssikringen prosjekteres etter gjeldende

standarder (f.eks. ved bruk av veiledere fra Statens vegvesen og NVE). Dette er for at erosjonen ikke tar tak ved vegskulderen og fortsetter inn i vegoverbygningen. Erosjonssikringen kan gjerne dekkes til med et jordlag som sås dersom dette gir en bedre tilpasning i urbane strøk. Bruk av kokosnett eller erosjonsmatt vil også øke motstanden mot erosjon av gressdekket. I flomsituasjoner vil det være en risiko for at gresslaget eroderer, men ikke lengre ned enn erosjonssikringen. Der det er mistanke om at erosjonssikringen vil danne et drenerende lag som fører til uttørking av gresslaget kan det etableres et tettlag som for eksempel leire mellom vekstlaget og erosjonssikringen.

Det bør vurderes om opphøyninger (f.eks. kantstein, rekkverk mm.) nær utløpet ut av veien (vegskulder eller vegfylling) er nødvendig. Dette er på grunn av faren for lokal erosjon ved opphøyningene som kan fortsette inn i vegoverbygningen. I de tilfellene de fysiske rammene gir føringer for prosjekteringen, som bruk av kantstein, foreslås det at vis-høyden reduseres ved utløpet og at kantsteinen settes i tilstrekkelig betong. Et eksempel på dette kan være i et T-kryss der flomveien krysser vinkelrett på den andre veien. Slike vurderinger må tas i hvert enkelt tilfelle basert på blant annet, men ikke begrenset til, vannmengder, vannhastighet, fysiske rammer og tillatt risiko.

Det bør vurderes om opphøyninger (f.eks. kantstein, rekkverk mm.) nær utløpet ut av veien (vegskulder eller vegfylling) er nødvendig. Dette er på grunn av faren for lokal erosjon ved opphøyningene som kan fortsette inn i vegoverbygningen. I de tilfellene de fysiske rammene gir føringer for prosjekteringen, som bruk av kantstein, foreslås det at vis-høyden reduseres ved utløpet og at kantsteinen settes i tilstrekkelig betong. Et eksempel på dette kan være i et T-kryss der flomveien krysser vinkelrett på den andre veien. Slike vurderinger må tas i hvert enkelt tilfelle basert på blant annet, men ikke begrenset til, vannmengder, vannhastighet, fysiske rammer og tillatt risiko.

Overflatene kan ha flere funksjoner i vei- og gateutformingen. Hovedfunksjonen er å forhindre slitasje fra trafikk og ferdsel samt å legge til rette for et jevnt og fast underlag^[5.1].

Asfalt er slitedekket som i all hovedsak blir brukt, men i urban sammenheng benyttes også andre materialer som:

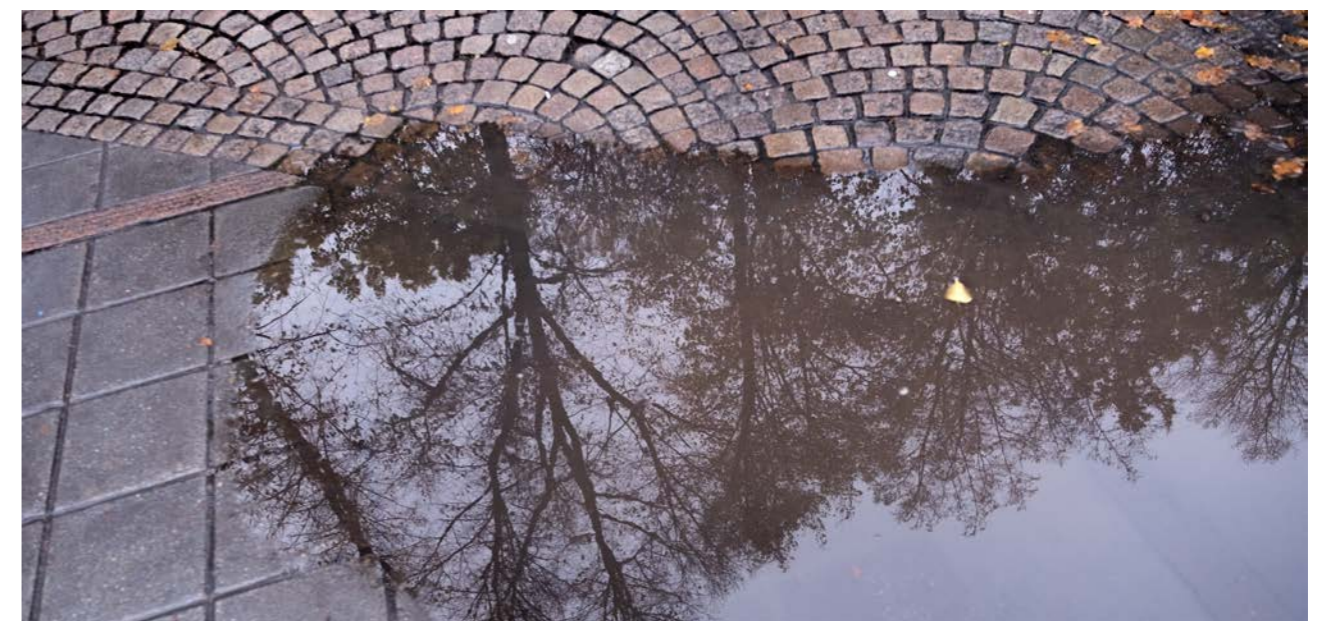
- Brostein
- Granittplater
- Betongheller
- Plasstøpt betong
- Belegningsstein

Det kan være en god ide å kombinere ulike slitedekker for å sikre:

- Fartsreducerende effekt
- Estetisk formål
- Skape logisk orienteringsmønster og naturlige ledelinjer
- Skille ulike soner i gatetverrsnittet

Ved prosjektering av en trygg flomvei i en vei eller gate bør det sikres at funksjonen både dekker normalbehovet og behovet ved utnyttelse som flomvei. Under prosjekteringen av trygge flomveier kan det være relevant at følgende avklares:

- I eksisterende veier/gater: hvilke slitedekker består gaten av i dag og hvilken funksjon har de ulike slitedekkene?
- Hvor stor er risikoen for skader på dekker/materiell og hvor mye skader aksepteres i dette prosjektet ved flom?
- Hvor mye av vei eller gatetverrsnittet kan benyttes som flomvei?
- Blir ferdsels/ møbleringssoner berørt av dimensjonerende flomvannstand?
- Kan taktil merking, belegningsstein/brostien m/ fuger, nedsenkselementer, kunstige ledelinjer eller lignende bli sårbare punkter ved flom? Hvis ja, kan alternative materialer benyttes for å ivareta funksjonen?



Bilde 5.2: Ulike overflater (Foto: Melisa Fajkovic)

5.3 Trær og vegetasjon

Vegetasjon spiller en viktig rolle i vei- og gatebildet, og bidrar positivt til blant annet estetikk, rekreasjon, styrking av biologisk mangfold, rensing- og infiltrasjon av overvann, filtrering- og oppsamling av støv og luftforurensning, samt regulering av temperatur^[5.1]. Vegetasjon kan være utsatt for erosjon/ skader i forbindelse med høy vannføring og -hastighet. Samtidig kan vegetasjon også bidra til å senke vannets hastighet.



Trær

Gatetrær er viktige elementer i gatemiljøene og har positiv effekt på blant annet biologisk mangfold, mikroklimatiske forhold, estetiske og sosiale forhold samt overvannshåndtering. I forbindelse med etablering av flomveier, er det viktig å kartlegge eventuelle trær som befinner seg i planlagt flomveitrase. Vurdering av eksisterende trær skal utføres av fagkyndig, sammen med en vurdering av hvilke inngrep og endringer treet kan tåle og hvordan løsningsforslagene påvirker treet.



Lavere vegetasjon

Lavere vegetasjon innen busk- og feltsjiktet blir brukt i plantefelt langs vei og gate. Plantefeltet kan ha en eller flere funksjoner som for eksempel pryddverdi, økologisk verdi, romdannende element, trafiksikring, rensing og oppsamling av overvann. Ulike arter har ulike egenskaper. Noen er godt egnet for å samle opp vann, noen tåler å stå lenge under vann, noen tåler veisalt og noen tåler tørkeperiodene bedre enn andre. Plantevalg må tilpasses hver enkel situasjon. I gatemiljøet er regnbed, gresskledde grøfter og vadier noen typer vegetasjonsfelt som ofte blir brukt for å håndtere overvann.

Etablering av trygge flomveier i gate kan føre til konflikt med eksisterende trær, særlig i bynære strøk, med kvartalsstruktur, der gatens bredde allerede er en begrensende faktor. Trær tar plass både over og under bakken. En rotsone kan bli opptil 2-3 ganger størrelsen på trekronen/dryppsonen og ca. 80-90% av røttene ligger ofte i de øverste 50 cm av jordsjiktet^[5.2]. I en gate med trerekke vil en endring av gatens tverrprofil eller høyder derfor kunne gjøre inngrep i trærnes rotsone.

Ved oppstart av prosjekteringen av flomveier i eksisterende veier/gater kan det være relevant at følgende avklares:

- Eksisterende trær: Få fagkyndig vurdering av helse og vitalitet. Hvordan er vekstforholdene og vanntilgangen i eksisterende situasjon? Hvordan vil planlagt situasjon forbedre eller forverre dagens situasjon? Vil det endre tilgang på vann? Vil terrenget bli endret? Vil det bli endringer under bakken som påvirker rotsonen?
- Planlagte trær: hvordan er jordvolum bygd opp - rotvennlig forsterkningslag, plante kassetter og/eller plantekummer? Er det mulig å få tilstrekkelig jordvolum? Hvordan blir tilgang på vann og luft ivaretatt?
- Kan vegetasjonsfelt utgjøre en fare for undergraving av veien?

For utfyllende informasjon vises det til Oslo kommunes Overvannsveileder.

Trinn 1 og 2 i tretrinnsstrategien ved tilretteleggelse for trygg flomvei

Veier/gater som tilrettelegges som trygg flomvei må i tillegg ivareta trinn 1 og 2 i tretrinnsstrategien. Hvordan løsningene for trinn 1, 2 og 3 aktiveres gjennom en regnhendelse er situasjonsbetinget og må vurderes i prosjekteringen.

Løsninger for trinn 1 og 2, i tilknytning til vei, er gjerne nedsenkede vegetasjonsløsninger liggende ved siden av veien eller mellom felt for ulike trafikanter, og er bygget opp av et jordmedium som infiltrerer og renses overvannet. Topplaget består ofte av kompost, sand, jord eller ulike typer småstein. Ved tilstrekkelig stor vannføring- og hastighet kan det være fare for både erosjon av topplaget og underliggende oppbygging, med påfølgende utvasking av forurensede stoffer som vil følge flomvannet videre.

Det bør derfor vurderes om innløpet til tiltak beregnet for trinn 1 og 2 skal reguleres ved innløpet, slik at de kun mottar en begrenset mengde vann og ikke hele flomvannføringen. Bilde 5.3 - 5.6 gir eksempler på innløp som trolig begrenser vannføringen inn i tiltaket, og der flomvannføringen følger veien. Bilde 5.7 viser utforming av regnbedet og gaten som åpner opp for at flomvannet enklere kan ledes til regnbedet ved hjelp av større innløp og lav vis-høyde mellom vei og regnbed.

De ulike trinnene i tretrinns-strategien har ulike formål og funksjoner:

Trinn 1:

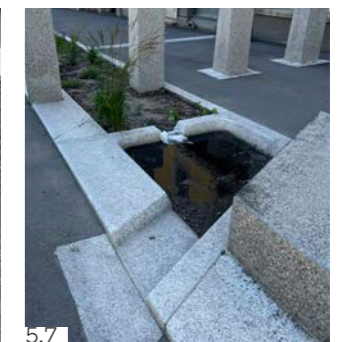
- Rensing av overvann og bidra til forbedret vannkvalitet
- Bidra til å opprettholde den naturlige vannbalansen
- Dempe avrenning ved økt bruk av permeable flater

Trinn 2:

- Bidra til redusert fare for skade fra overvann
- Forsinke overvannet og redusere vannføringen

Trinn 3:

- Bidra til redusert fare for skade fra overvann
- Trygg avledning av overvann til resipient eller mottaker



Bilde 5.3 & 5.4: Regnbed i Thorvald Meyers gate, Oslo, med gatesluk som innløpsanordning (Foto 5.3: Oda Fjellang, Bykuben, 5.4: Bent Braskerud, Oslo kommune) | Bilde 5.5 & 5.6: Regnbed i Bjørnstjerne Bjørnsons gate, Drammen, med kjeftsluk som innløpsanordning (Foto: Rune Bratlie) | Bilde 5.7: Innløp til regnbed i Akersgata, Oslo (Foto: Rambøll)

5.4 Møblering

Flom i gater og veier vil kunne medføre fare for skade på materiell. Møblering må derfor planlegges og ses i sammenheng med dimensjonerende vannføring og vannhastigheter. Til tross for at møbleringen er fastmontert til overflaten eller fundamentert til grunnen, kan elementene bli slitt eller gravd ut av vannmassene og bli et faremoment i en flomsituasjon.

Tålegrenser for erosjon

Ved etablering av plantefelt i og ved flomveier må risikoen for erosjon og utvasking jordmasser fra løsningsene vurderes. Dersom dimensjonerende vannføring fører til kritiske hastigheter for erosjon (se tabell 5.1) bør følgende tas stilling til:

- Er erosjon i vegeterte felt eller utvasking av forurensede stoffer ved overvannsfloem noe som kan aksepteres, dersom dette er noe som sjeldent inntreffer (f.eks. ved 10-årsfloem)?
- Kan bruk av energidrepende tiltak eller tiltak som bidrar til god spredning av vannstrømmen ved innløpet bidra til å redusere hastigheten og redusere risiko for erosjonsskader og utvasking?
- Kan det benyttes større stein i de kritiske sonene, for så å supplere med vegetasjon i sidearealene hvor vannhastigheten er lavere?

Dersom erosjonsrisikoen fortsatt er for stor, kan et alternativ være å separere regnbed/plantefelt fra planlagt flomvei, og heller tilrettelegge for å lede overvann fra hverdagsregnet inn til regnbed/plantefelt som beskrevet under overskriften "Trinn 1 og 2 i tretrinnsstrategien ved tilretteleggelse for trygg flomvei". På denne måten holdes trinn 1 og 2 separert fra trinn 3.

Dersom erosjonsrisikoen er for stor, kan for eksempel vannkanaler og skybruddsrenner med rist bidra med supplerende kapasitet og følgende lavere vannføring i vegetert sideareal.

Tabell 5.1: Karakteristiske verdier for kritisk vannhastighet for å unngå erosjon for utvalgte typer av grøfter, nedføringsrenner og bekker [5.3].

Typer av grøfter	Steinstørrelse (mm)	Kritisk hastighet (m/s)
Grøfter		
Skogbunn	-	3 - 4
Tett gress	-	1,5 - 2,5
Gresskledt jord	-	0,5 - 1,2
Leirig jord	0,1	0,5 - 0,8
Finsand, silt	0,1 - 1,0	0,3 - 0,5
Sand-grus	1,0 - 10	1,0 - 1,2
Grus, småstein	10 - 30	1,2 - 1,5
Bekker og elver		
Lite utviklet erosjonshud	10 - 30	1,2 - 1,5
Steinete	>30	1,5 - 2,5
Steinsatt, grov struktur	>200	3,0 - 5,0
Spesielle tiltak		
Asfalt, betong	> 300	3,0 - 6,0
Erosjonssikret og økt ruhet med trappeavsatser og steinkledning		5 - 8

Det bør utarbeides en prioriteringsliste av hvilke møbler som anses som nødvendig i forbindelse med planlegging av trygg flomvei.

Møblering i gate og langs vei kan deles i to undergrupper: Permanent møblering og sesongbasert møblering.

Permanent møblering

Permanent møblering står fastmontert til grunnen og er en permanent del av gate- eller veibildet.

Permanent møblering kan være:

- Benker
- Avfallsbeholdere
- Sykkelstativ
- Terrorsikringstiltak
- Stammevern
- Reklamevitruiner
- Lehus i forbindelse med holdeplasser for kollektivtransport
- Skilt

Sesongbasert møblering

Sesongbasert møblering er normalt ikke fastmontert og møblene kan være av lette materialer som gjør de lettere å flytte på.

Sesongbasert møblering kan være:

- Temporære engasjement (byprosjekter i gatene som for eksempel parselhager, midlertidig lekeplass eller parkanlegg)
- Uteservering sommerstid
- Levegg
- Blomsterkasser
- Solskjermer

Under prosjekteringen av flomveien kan det være relevant at følgende avklares:

- I eksisterende gate: hvilke møbler finnes i gaten i dag og hvilken funksjon har møblene?
- Er møblene sesongbasert eller permanente?
- Hvor mye skader på materiell aksepteres i dette prosjektet?
- Hvor mye av vei eller gatetverrsnittet er det akseptert at kan flommes over og hvordan påvirker dette møbleringen?
- Møblering som eventuelt blir berørt av flomvannstand:
 - **Fastmonterte møbler:** kan møblet bli et slitasjepunkt for erosjon? Kan møbler føre til oppstuvning/retningsendring i flomveien? Finnes det alternative løsninger for møblet eller kan det bortprioriteres?
 - **Sesongbaserte møbler:** Er møblene fastmonterte? Dersom møblene ikke er det, hvilke konsekvenser vil dette få i en flomsituasjon? Kan møblene utgjøre en fare dersom de fraktes videre med vannmassene?
 - Bør det planlegges organisatoriske beredskapstiltak knyttet til fjerning av løse møbler ved varsel om overvannsfloem?

5.5 Energidrepere

Energidrepere innebærer tiltak som reduserer vannets hastighet og bidrar til betydelig energitap. I enkelte tilfeller er det ønskelig å etablere slike energidrepere da høy vannhastighet bidrar til økt erosjonsfare og risiko. I tillegg vil det være utfordrende å endre vannets retning ved høye hastigheter.

Veien og gatens primærfunksjon er å betjene trafikken av myke og harde trafikanter som til enhver tid benytter den.

Å etablere effektive energidrepere i kjørefelt for kjøretøy og sykler anses derfor generelt som lite gjennomførbart. Å etablere energidrepere i gangfelt tilpasset stedlige forhold kan potensielt være gjennomførbart (f.eks. høydesprang og vannhindre), men tiltakene må likevel hensynta universell utforming, tilgjengelighet og øvrige fysiske rammebetingelser. Effekten av energidrepere bør derfor vurderes i hvert enkelt tilfelle.

Energidrepere anses derfor som mest relevant å plassere i veiens grøfter, møbleringsfelt, sideområder og tiliggende arealer. Dette kan for eksempel være terskler med eller uten fall, vannstandssprang eller energidreperbassenger. Som et eksempel på sistnevnte kan dette være en fordøyingszone på terreng, for eksempel i en park, som tas i bruk ved overvannsflo.

Tabell 5.2: Forslag og anbefalte energidreper tiltak [5.4]

Dimensjonerende hastighet	Anbefalte tiltak
2 - 3 m/s	<ul style="list-style-type: none"> • Kanaltilpasning for vannstandssprang • Energidreper med terskel • Energidreper med fall og terskel
3 - 4 m/s	<ul style="list-style-type: none"> • Kanaltilpasning for vannstandssprang • Energidreper med terskel • Energidreper med fall og terskel • Energidreperbasseng
> 4 m/s	<ul style="list-style-type: none"> • Energidreperbasseng • Energidreper med terskel • Energidreper med fall og terskel • Spesiell energidreper/spesialutformede løsninger



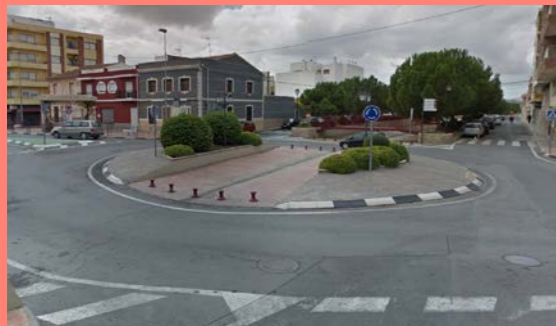
Bilde 5.8: Grøft og med tverrgående terskler som kan fungere som energi- og forsinkelseelement, Malerhaugveien, Oslo (Foto: Rambøll)
Bilde 5.9: Tverrgående stein som kan fungere som energi- og forsinkelseelement, Iladalen, Oslo (Foto: Rambøll)

5.6 Rundkjøringer

Prinsippforslagene for rundkjøringer med tekst og figurer er hentet fra rapporten «Rundkjøringer i flomveier» [5.5]. Løsningene vil trolig også kunne kombineres.

Forslag 1 - Flomvei gjennom rundkjøringens sentraløy

Rundkjøringen etableres med gjennomgående åpning med fall mot midten gjennom sentraløya. På denne måten krysser vannet på tvers av rundkjøringen, og muliggjør opprettholdelse av en sammenhengende flomvei med kontinuerlig fall. For ytterligere beskrivelse av ulike tverrfall vises det til kapittel 4.



Bilde 5.10: Flomvei gjennom rundkjøringens sentraløy i Pinoso, Spania (Foto: Google Street View).

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 urbane strøk finnes det vanligvis infrastruktur i rundkjøringens sentraløy (f.eks. belysningsmaster, kabler og VA-ledninger) som kan komme i konflikt.
- En eventuell deleøy oppstrøms rundkjøringen vil splitte vannstrømmen. Det samme vil gjelde nedstrøms sentraløya.
- Det må etableres enten V-profil eller en nedsenket vei nedstrøms deleøy for å kanalisere vannet til flomveien i sentraløya.
- Løsningen kan medføre etablering av sikringstiltak mot å få trafikanter inn i kanalen.
- Rundkjøringen bør utformes annerledes enn vanlige rundkjøringer for å gjøre trafikantene oppmerksom på at rundkjøringen ikke er «som vanlig».

Forslag 2 – Justering av tverrfall og bruk av midlertidige tiltak

Forslaget innebærer å lede vannet ved å justere tverrfallet på kjørebane i rundkjøringen, i tillegg til å etablere midlertidige løsninger for å styre vannet i ønsket retning. For eksempel ved tilrettelegge tverrfallet ut til sidene i tillegg til å stenge utvalgte armer av rundkjøringen. For ytterligere beskrivelse av ulike tverrfall vises det til kapittel 4.

Fordeler

- Midlertidige barrierer er rimelig i innkjøp.

Ulemper

- Midlertidige barrierer må lagres og eventuelt kjøres på plass.
- Krever fysiske tiltak fra driftsentreprenør med potensiell svært liten responstid. Styrtegn kan forekomme plutselig og med rask avrenning. Det kan derfor være utfordrende å iverksette midlertidige tiltak raskt nok.
- Krever en beredskapsløsning og følges opp i beredskapsplaner.
- Justering av eksisterende tverrfall kan være kostbart.
- Vegen blir fysisk stengt.

Forslag 3 – Flomvei i gang og sykkelveg

Forslaget innebærer å lede flomveien i gang- og sykkelveien som går langs rundkjøringen. Ofte er det betydelige arealer til gang og sykkelvei ved rundkjøringer, og kan i enkelte tilfeller også inkludere grønntrabatt eller grøft. Dersom flomveien utelukkende legges til gang- og sykkelvei bør det gjøres en vurdering med Ktanke på risiko for brukerne av gang og sykkelvegen. For fysiske rammebetingelser og risiko vises det henholdsvis til kapittel 2.2 og 3. I kapittel 4 gis det også beskrivelse av ulike tverrfall samt grøft.

Fordeler

- Ved å utnytte gang- og sykkelvegen vil man kunne øke kapasiteten på flomveien.
- Dersom deler eller hele flomvannføringen ledes i gang- og sykkelveien kan fremkommeligheten opprettholdes i rundkjøringen. Spesielt med tanke på blålysetater.

Ulemper

- Vanligvis er gang- og sykkelveger tett knyttet opp til rundkjørings terrenghøyder. Dette kan gjøre det utfordrende å tilpasse eksisterende gang og sykkelveger med nye høyder. Dette gjelder spesielt i eksisterende bebyggelse der eksisterende høyder på tiliggende veier og bygninger må ivaretas.
- Det vil være utfordrende å etablere ny gang- og sykkelvei ved rundkjøring i eksisterende bebyggelse da det ofte er begrenset med plass.
- Ved å kun ha flomvei i gang- og sykkelvegen så vil denne ha mindre kapasitet enn kjørevegen.

Forslag 4 - Opphøyde krysningspunkter og/eller hevede armer

Forslaget innebærer å heve veg- og kantsteins høyder der det ikke er ønskelig at vannet skal krysse. For eksempel heving av kantstein langs ytterkant av rundkjøringen og etablering av fartshump i en arm. Eventuelt kan det etableres en mur mellom fortau og eiendommer i stedet for heving av kantstein mellom kjørebane og fortau. Alternativt kan de armene som ikke er ønskelig å benytte som flomvei heves. Begge tiltakene kan medføre tilpasning av tiliggende terreng, og spesielt sistnevnte løsning der hele vegarmen høydejusteres. For tiltakene fartshump og kantstein vises det til kapittel 4 for ytterligere beskrivelse.

Fordeler

- Høydejustering av kantstein og etablering av fartshump er relativt enkelt tiltak, med potensielt god hydraulisk effekt.
- Heving av sidearmer anses å være en robust løsning.

Ulemper

- Opphøyd krysningspunkt i vei som må tilpasses alle trafikantgrupper og mulig universell utforming.
- Etablering av fartshump kan potensielt blokkere for avrenning inn i rundkjøringen fra armen. Fartshumpen må etableres slik at vannet blir ledet til flomveien, f.eks. med åpning på sidene mellom fartshump og kantstein.
- Det er mulig man må etablere sluk for å forhindre stående vann ved etablerte kanter eller fartshumper.
- Kostnader og terrengjusteringstiltak med heving av sidearmer. Dette kan medføre betydelige kostnader hvis det er tilstøtende opparbeidede eiendommer.



Figur 5.11: Rundkjøring med opphøyde krysningspunkter og/eller hevede armer (Figur: [5.5])

Forslag 5 – Flomvei gjennom rundkjøringens sentraløy med opphøyde krysningspunkter

Forslaget innebærer en kombinasjon av forslag 1 og 4 med flomveien gjennom rundkjøringens sentraløy og opphøyde krysningspunkter. Løsningen er en høykapasitetsløsning. For beskrivelse vises det til forslag 1 og 4.

Figur 5.12: Flomvei gjennom rundkjøringens sentraløy med opphøyde krysningspunkter (Figur: [5.5]).



Figur 5.12: Flomvei gjennom rundkjøringens sentraløy med opphøyde krysningspunkter (Figur: [5.5]).

5.7 Kryss

Forhøyd vei / fartshump

Tiltaket innebærer en opphøyd struktur i form av forhøyd vei / fartshump i en eller flere av veikryssets armer, eller ved avkjøring til en eiendom. På denne måten kan vannet styres eller holdes tilbake, og tiltaket kan potensielt ha stor hydraulisk effekt. Tiltaket er enkelt å etablere og kan kombineres med f.eks. gangfelt eller tilliggende kanter som sittebenker avhengig av den stedlige konteksten.

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 fortauskanter eller terreng
- Må utformes iht. gjeldende retningslinjer fra veieier (f.eks. Statens Vegvesen sine håndbøker)
- Fartsdempende tiltak kan kun benyttes på veier med fartsgrense på 50 km/t eller mindre
- Ved bruk må det påses at løsningen ikke hindrer fremkommelighet for blålysetater ved store vanndybder for veier som er sentrale for adkomst



Bilde 5.13: Opphøyd vei som styrende element (Foto: Rambøll)

Omvendt fartshump / fartsdump

Tiltaket innebærer en nedsenket seksjon i veien. I kryss og på veger der det ikke er løsbart å etablere en kant/vegg for å styre vannet, kan løsningen være å etablere 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 innkjøringen.

Spesielle hensyn

- Løsningen er ikke en standardløsning, og veieier må trolig særskilt gi aksept for løsningen
- Må utformes iht. gjeldende retningslinjer fra veieier dersom dette finnes (f.eks. Statens Vegvesen sine håndbøker)
- 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
- Det er viktig å ta hensyn til utforming av utløpet
- Påse at løsningen ikke hindrer fremkommelighet for blålysetater ved store vanndybder for veier som er sentrale for adkomst. Bruk av renne med rist eller tilsvarende kan kompensere for dette. Se tiltaket Renne ved kryssninger, omtalt senere i dette kapittelet, for spesielle hensyn



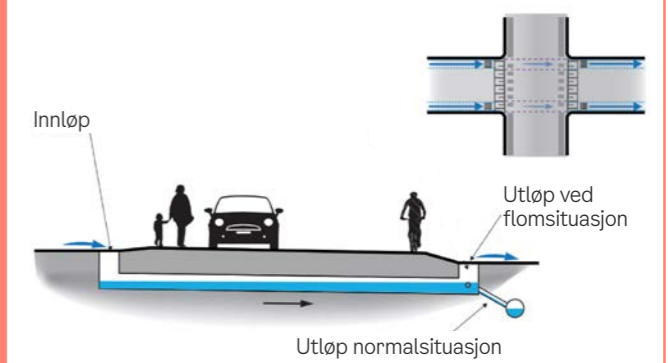
Bilde 5.14: Omvendt fartshump / fartsdump (Foto: Rambøll) | Bilde 5.15: Prinsipp med avskjærende renne med rist i Seoul, Sør-Korea (Foto: Yvona Holbein) | Bilde 5.16: Prinsipp med avskjærende renne med rist i Tsjeckia (Foto: Yvona Holbein) | Bilde 5.17: Omvendt fartshump / fartsdump (Foto: Rambøll)

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. I eksisterende bebyggelse der høyder på vei og bygninger allerede er fastsatt, og der flomveien ikke får kontinuerlig fall kan tiltaket være spesielt aktuelt. Også i tilfeller der det er ønskelig med lavere vanndybder på den opphøyde kryssende veien (f.eks. ved kryssende sentral adkomstvei for blålysetater) kan tiltaket være spesielt aktuelt. Høyden på ledning(e) er fleksible, men må ikke legges så dypt at vannet ikke klarer å skyves gjennom. Avhengig av flomvannføringen kan dimensjoner på innløp og utløp (sluk/ris-ter), kummer og ledning(er) variere stort.

Spesielle hensyn

- Det vil samles løv og søppel i flomveistunnelen og det vil være 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
- Løsningen vil kreve jevnlig tilsyn for å påse at inntak, utløp og flomveistunnel fungerer optimalt ved en flomhendelse (f.eks. hindre gjentetting av innløp og utløp)



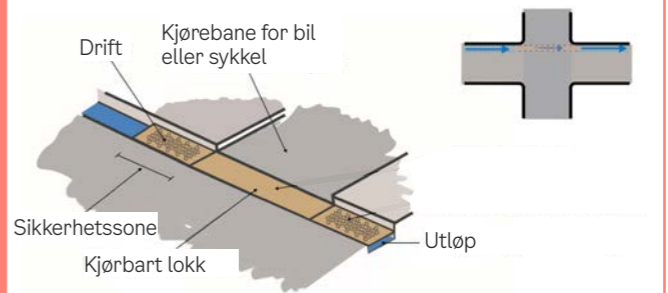
Figur 5.18: Flomveistunnel ved kryssende vei (Figur: Rambøll)

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. De fleste av aspektene som omtales vil også gjelde der rennen med rist har en avskjærende funksjon i en vei med kontinuerlig fall, som tidligere nevnt under tiltaket Omvendt fartshump / fartsdump.

Spesielle hensyn

- Best egnet i områder med lav hastighet, men kan tilpasses til veier med høyere 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 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



Figur 5.19: Renne ved kryssninger (Figur: Rambøll)

5.8 Drift

Det er foreløpig lite kunnskap og erfaring om drift og vedlikehold av flomveier. På grunn av ekstremregn som plutselig kan oppstå og på kort varsel føre til overvannsflo, må flomveiene fungere når flommen inntreffer. Dette gjelder sommerstid, men også vinterstid med temperaturer rundt frysepunktet.

I etablerte trygge flomveier vil det være nødvendig med hyppigere kontroll av veiens/gatens slitedekke og sidearealer. Det er ikke ønskelig med hull og åpninger i slitedekket der vannet har mulighet til å «ta tak» og river av asfalten, eller utforming av sidearealer som tilrettelegger for at vann kan trenge inn i veiens bærelag. Driften bør sikre at de prinsippene som er beskrevet under kapittelet Veioppbygning ivaretas også i driftsfasen.

Vinterdriften vil være mer intensiv i veier/gater som er etablert som flomvei som tilleggsfunksjon, sammenlignet med gater uten en slik funksjon. På samme tid må driften og vedlikeholdet av veien utføres med tilstrekkelig skånsomhet for å hindre unødig slitasje og oppsprekking av asfalten.

Det bør utarbeides en egen driftsplan for flomveiene, der følgende kan være relevant å hensynta:

- Hvor må gaten være åpen for å lede flomvann i planlagt retning?
- Hvilke grøfter må holdes fri for snø og er det noen stikkrenner som krever særlig oppfølging?
- Snøopplag kan endre flomveiens retning. Er det noen områder som ikke skal benyttes som snøopplag?
- Kontroll og vurdering av tilstrekkelig snøopplag
- I tillegg til brøytevakt, kan det også være en fordel med en «smeltevakt» som kontrollerer flomveiene dersom det er meldt nedbør eller mildvær for å sikre at flomveiene er åpne

Behov for nye driftsrutiner, driftsmaskiner og metoder

Det bør utarbeides egen driftsplan for flomveiene som tar for seg hvilke rutiner som må følges gjennom årstidene. Driftsplanene bør også inngå som en del av kommunens beredskapsplanlegging og ROS-analyser for flom- og flomveier.

Tilrettelegging av flomveier i vei/gate er relativt lite utprøvd, og det vil i fremtiden trolig lanseres nye løsninger og produkter for overvannshåndtering. Ved utprøving av uprøvde eller lite brukte løsninger og produkter vil det kunne bli behov for nye typer driftsmaskiner, utstyr og driftsrutiner. Det vil derfor være svært viktig å involvere driftsansvarlige i prosessen, samt sørge for at prosjektet har økonomiske rammer til å prøve ut nye løsninger.



Bilde 5.20: Lokal vei i Burud i Drammen kommune som ble ødelagt etter styrtregn (foto: Cathrina de Lange) | Bilde 5.21: Erosjon av vei i Sandnes (Foto: Inger Anita Merkesdal)

5.9 Kommunikasjon og bevisstgjøring av brukerne

Tilrettelegging for trygge flomveier i veier og gater kan medføre en risiko for trafikantene, og det bør derfor kommuniseres til brukerne at veien eller gaten har funksjonen som flomvei. På denne måten kan brukerne som ferdes i gaten i større grad ta forhåndsregler ved ekstrem nedbør og i en flomsituasjon.

Skilt

Flomveien som funksjon kan formidles ved hjelp av skilting i de aktuelle gate- og veistrekningene. Det må legges til rette for informasjonsskilt tilpasset de aktuelle trafikkgruppene. Skilt som gjelder flom er ikke normerte og må organiseres gjennom dialog med skiltmyndigheten for aktuell veg.

Oppmerking på overflaten eller fasade

Flomveier kan symboliseres gjennom bruk av farget termoplast eller lignende på for eksempel kjørebane, fortau eller kantstein. Det bør i slike tilfeller være en gjennomgående visuell profil slik at symbolikken blir tydelig kommunisert. Denne typen oppmerking kan bidra til å skape bevissthet i normalsituasjon, men det er viktig å være oppmerksom på at oppmerking i veibanen kan bli skjult av overvann under en flomsituasjon. Oppmerking på bygningsfasade og/eller i kombinasjon med skilt kan derfor være et alternativ.



Bilde 5.22: Oppmerking av historiske bekker i gang- og sykkelfelt i Buenos Aires (Foto: Marie Langsholt Holmqvist, Oslo kommune).

Informasjonssider på nett

Informasjonssider og kart på nett kan gi brukerne mer detaljert informasjon og kunnskap om flomveier. Informasjonssidene kan for eksempel inneholde praktisk informasjon om forhold tilknyttet sikkerhet og beredskap under flom og større nedbørshendelser, fremvisning av kart og modeller og data tilknyttet vann og nedbør. Visuelle kart av flommens utbredelse vil trolig være med på å øke forståelsen av flommens påvirkning på det planlagte tiltaket, også for personer uten spesiell fagkompetanse.

Oslo kommune har tilgjengeliggjort to kart basert på resultater fra overvannsmodellering av et klimajustert 100-årsregn for hele Oslo by. Kartene er lagt ut på internett som temakart under Planinnsyn. Kartene viser "Modellert vanndybde (D)", det vil si den største vanndybden vannet oppnår i løpet av regnhendelsen, og "Modellert dybdeintegret hastighet (DV)". Sistnevnte viser arealer med de største, raskeste og farligste vannmassene ved et slikt ekstremregn, som kan føre til erosjon og der gjenstander og mennesker i gaten kan bli revet med vannstrømmen. Det er utgitt et faktaark som beskriver overvannsmodellen og hvordan den kan benyttes.

I Göteborg har de utviklet en egen nettside for vann i byen, hvor brukerne har tilgang til en kartportal som blant annet viser hvor flomveiene i byen befinner seg. I tillegg finnes det kart av modellerte flomutbredelser av skybrudd, vassdrag og hav, samt informasjon om regndata, avløp og grunnvannsmålinger.

Kommunikasjon ved hjelp av SMS

Bruk av SMS som kommunikasjonsplattform kan være en effektiv måte å kommunisere med brukerne. Dette kan være aktuelt i forbindelse med flomvarsling eller ved planlagt vedlikeholdsarbeid. Merk at det kan være restriksjoner på bruk av kommunens system for utsendelse av SMS avhengig av type formål (varsling, informasjon osv.).

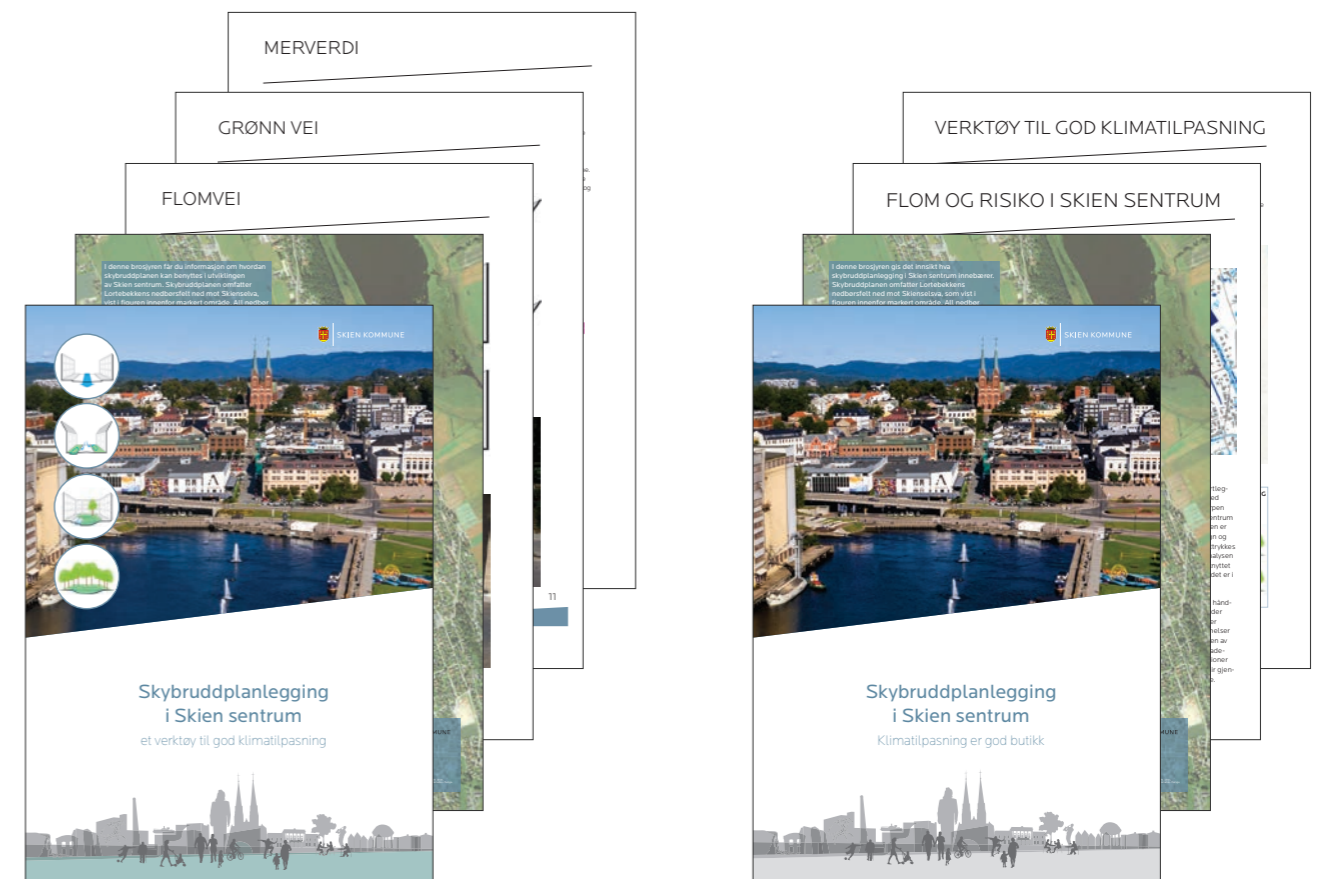
I forskningsprosjektet New Water Ways, som forsket på innovative tilnæringer til hvordan Oslo og andre nordiske byer kan fremme klimatilpasset overvannshåndtering, var det en oppgave å belyse hvordan kommunale myndigheter kunne involvere innbyggerne i arbeidet med overvannshåndtering. Gjennom prosjektet erfarte Oslo kommune at SMS fungerte som en effektiv kommunikasjonskanal for å nå ut til brukerne.

Brosjyrer

Fysiske informasjonsbrosjyrer kan være et nyttig verktøy for å informere og bevisstgjøre brukerne, og kan være en god måte å nå ut til brukere som ikke er aktive på nett og digitale medier.



Informasjonsbrosjyren kan også utformes som en digital brosjyre. I forbindelse med skybruddsplanleggingen i Skien er det blitt utarbeidet brosjyrer som beskriver arbeidet.



Figur 5.23: Eksempel på brosjyrer utarbeidet i regi av Skien kommune som beskriver arbeidet med skybruddsplanen og hvorfor skybruddsplanlegging lønner seg. Brosjyren til venstre er rettet mot beslutningstakere, mens brosjyren til høyre er rettet mot planleggere og konsulenter (Brosjyrer er utarbeidet av Rambøll)

06

Eksempler til inspirasjon

6.1 Eksempler til inspirasjon

6.1.1 Gina Krogs veg, Trondheim

6.1.2 Markveien, Oslo

6.1.3 Motzfeldts gate, Oslo

6.1.4 Søren Zakariassens gate, Tromsø

6.1 Eksempler til inspirasjon

For å illustrere hvordan en vei eller gate kan etableres som trygg flomvei, vises det til fire ulike caser hentet fra forskjellige steder i Norge. Hver case beskrives av gatetverrsnittet og utfordringene knyttet til overvann.

Det er blitt benyttet flere ulike kombinasjoner av tiltak i utformingen av tverrsnittet i de forskjellige casene. Tiltakene er beskrevet i kapittel 4 og er valgt ut blant annet med tanke på vannføring og fysiske rammebetingelser. Snittene har blitt tegnet basert på mål og detaljer hentet fra analyseverktøy SCALGO Live. Skala og detaljer er derfor ikke presise i fremstillingen. Formålet er å danne et inspirasjonsgrunnlag for hvordan vannføringskapasiteten kan økes i vei- og gatetverrsnittet.

Dimensjoneringsgrunnlaget for beregning av vannføring tar utgangspunkt i lokale forhold som nedbørstatstikk, nedbørfeltets størrelse og beskaffenhet, samt fallforhold. Nedbørsdata og anbefalinger om klimafaktor er hentet fra Norsk Klimaservicesenter og analyse av nedbørfelt er utført ved hjelp av GIS-analyse og avrenningslinjer i SCALGO Live. For valg av dimensjonerende nedbør er NVEs anbefalinger om et klimajustert 100-årsregn lagt til grunn, (NVE-veileder 2022/4). Rasjonell formel er deretter benyttet for å beregne dimensjonerende vannføring. Unntaket er eksempelet i Motzfeldts gate, der vannføringen er hentet fra den hydrauliske flommodell til Oslo kommune. Ved bruk av Mannings formel og anslått veibredde er det beregnet et minste nødvendig tverrsnittsareal for å håndtere vannføringen. Dette tverrsnittsarealet brukes også som grunnlag til å undersøke andre typer utforminger av tverrsnittet.

Alternative utforminger av tverrsnittet kan gi andre overflateruheter og vanddybder enn det opprinnelige tverrsnittet. Dette kan påvirke hvor stort tverrsnittsareal som er nødvendig for å håndtere den dimensjonerende vannføringen og kan avvike fra det opprinnelig beregnede nødvendige tverrsnittsarealet. Dette er ikke hensyntatt i eksemplene. Eksempelens formål er å illustrere hvordan utformingen av tverrsnittet kan se ut. Valg av metode og vurdering av metodens egnethet må gjøres av den enkelte i hvert enkelt tilfelle.

For inspirasjon til styring av flomvann i kryss, innkjøringer eller rundkjøringer, se kapittel 5.2.

Ved etablering av flomveier i vei- og gate kan det være behov for å fravike normer og krav i gjeldende rammeverk for å oppnå nødvendig kapasitet eller styre flomvannet i ønsket retning. Gater har flere funksjoner, og derfor er det viktig å integrere flomvei som en tilleggsfunksjon på en slik måte at det ikke går på bekostning av gatens andre funksjoner og omgivelser – så langt det lar seg gjøre. Det kan være aktuelt å gjennomføre en nytte-kostnadsanalyse i vurderingen av hvilke tiltak og grep i utformingen som skal etableres for å kunne vurdere samfunnsøkonomisk nytte opp mot kostnader knyttet til etablering, drift og vedlikehold.

Eksemplene som er presentert i dette kapitlet med tilhørende vurderinger og refleksjoner er basert på innspill fra workshop avholdt med prosjektgruppen, hvor eksemplene ble drøftet av representanter fra kommuner og aktuelle etater. Sammen med kunnskap og materiale fra de overstående kapitlene.

6.1.1 Gina Krogs veg, Trondheim

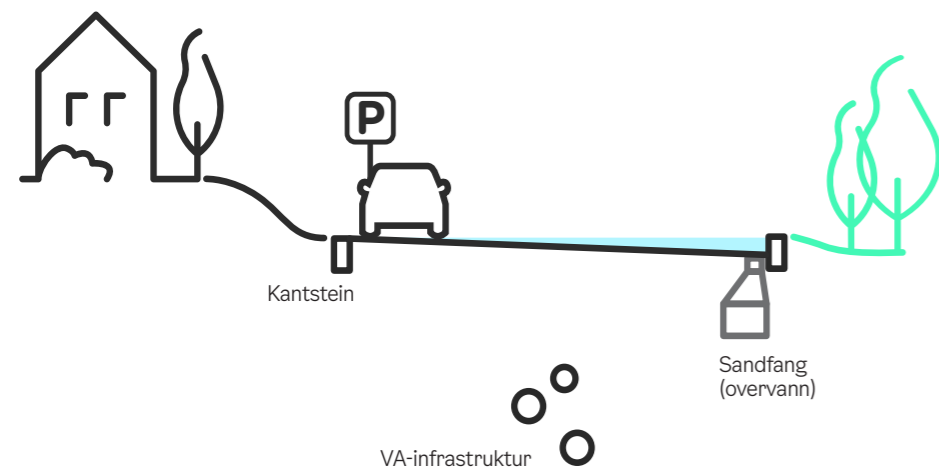
Gina Krogs vei i Trondheim er en lavtrafikkert vei i et boligfelt med gateparkering langs veien. Veien er tilknyttet innkjøringer til boligtomter og mindre kryss til andre internveier i nabolaget. Veien har ensidig fall med et slakt lengdefall og er tilsluttet av kantstein på begge sider slik at overvann ledes til sluk. Utover kryss og innkjøringer er veien tilsluttet private hager. Gatestrekningen er tilnærmet rett uten store svinger, og er tilknyttet flere innkjøringer til boliger. Veien har ensidig fall, noe som kan være en utfordring i forsøk på å styre flomvannet i ønsket retning.

Nedslagsfelt: Ca. 5 ha.

Dagens kapasitet i tverrsnittet: 0,25 m²

Nødvendig kapasitet ved 100-årsflom: 800 l/s som tilsvarer et tverrsnittsareal på 0,6 m².

Eksisterende situasjon:



Alternativ 1: Legge om til V-profil

Ved å legge om veiens tverrfall til V-profil vil nytt tverrsnittsareal øke til 0,75 m². I dette forslaget er det lagt til grunn å videreføre dagens overvannshåndtering, men sentrere slukene i lavbrekket på veien.

Fordeler:

- Ikke behov for økt areal.
- Flomvannet styres i midten av veibanen, slik at risikoen er lav for at flomvann renner på uønskede plasser.
- God kapasitet.
- Gjenbruke dagens overvannssystem.

Utfordringer:

- Siden lengdefallet er slakt, kan det bli behov for sluk for å sikre bortledning av regnvann ved normale nedbørsmengder.
- Konflikt med sluk og brøyteskjær kan bli en utfordring. Spesialtilpasset sluk for V-profil kan være et forebyggende tiltak.
- Det kan bli behov for å legge om kabler og rør ved bygging.

Alternativ 2: Legge inn skybruddsrenne med rist og øke vishøyden på kantstein

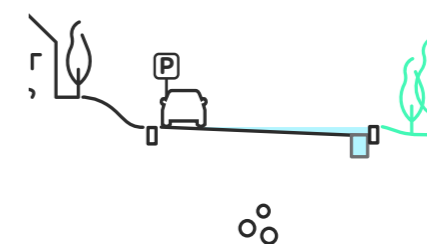
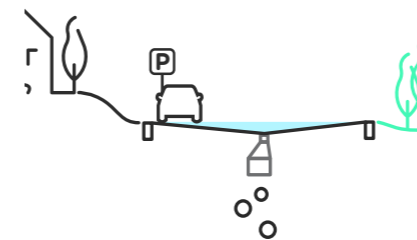
Ved å legge inn skybruddsrenne med rist og øke vishøyden på kantsteinen med 3 cm vil tverrsnittsarealet bli 0,6 m². Dimensjon på skybruddsrenne er H:50cm B:40cm. I denne løsningen opprettholdes ensidig fall, men dagens overvannsløsning erstattes med en langsgående skybruddsrenne med rist.

Fordeler:

- Ikke behov for økt areal, men kan bli behov for tilpasninger i innkjøringer og kryss.
- Mindre justering av dagens terreng, siden tverrfallet opprettholdes.
- Antatt kun mindre tilpasninger til infrastruktur i bakken.

Utfordringer:

- Det vil være behov for tilpasninger mot innkjøringer og kryss. Dette kan løses ved forhøyde fartshumper i innkjøringene for å lede flomvann i ønsket retning, eller ved å øke kapasiteten på skybruddsrennen i kryss og innkjøringer for å kompensere for kantsteinens vishøyde.
- Det samles løv og søppel i skybruddsrennene og det må påberegnes vedlikehold.
- Skybruddsrennen kan vinterstid tettes av is og snø på.
- Skybruddsrennen kan komme i konflikt med kabler, trerøtter og annen infrastruktur under bakken.



Alternativ 3: Etablere grøft

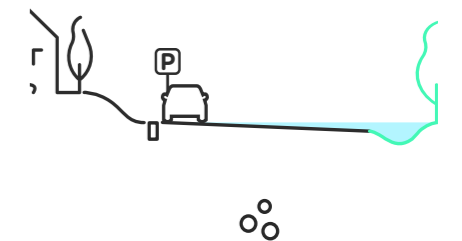
Ved å etablere grøft langs veien vil nytt tverrsnittsareal øke til 0,75 m². Tiltaket medfører fjerning av kantstein på ene siden av veien, men at dagens overvannssystem videreføres og flyttes ut i grøften. Dagens tverrfall opprettholdes.

Fordeler:

- Rensende effekt av overvann ved mindre nedbørshendelser.
- Mindre justering av dagens terreng da tverrfallet opprettholdes.
- Enkel å drifte.
- Grøft kan være gresskledd da lengdefallet er slakt og erosjonssikrende tiltak må vurderes i hvert enkelt tilfelle.

Utfordringer:

- Det vil være behov for å erverve grunn, dette vil også medføre omregulering av areal. Dette kan ta tid, avhengig av prosessen for grunnerverv. Et alternativ til grunnerverv er å bruke arealet til de langsgående parkeringene og gjøre dette om til grøft.
- Ved innkjøringer og kryss blir det behov for tilpasninger, som f.eks. stikkrenner eller bruk av kjørestærke rister/plater.
- Kontroll av stikkrenner spesielt på vinteren er viktig for å sikre flomvei.



Refleksjoner

Grøfter som er en del av flomvei og som har stikkrenner gjennom innkjøringer eller lignende kan bli sårbart ved flom både sommer- og vinter, men renser overvannet ved hverdagsregn. Videre er brøyteutstyr foreløpig ikke godt tilpasset V-profilet, noe som må medtas under planlegging av flomveier med V-profil.

6.1.2 Markveien, Oslo

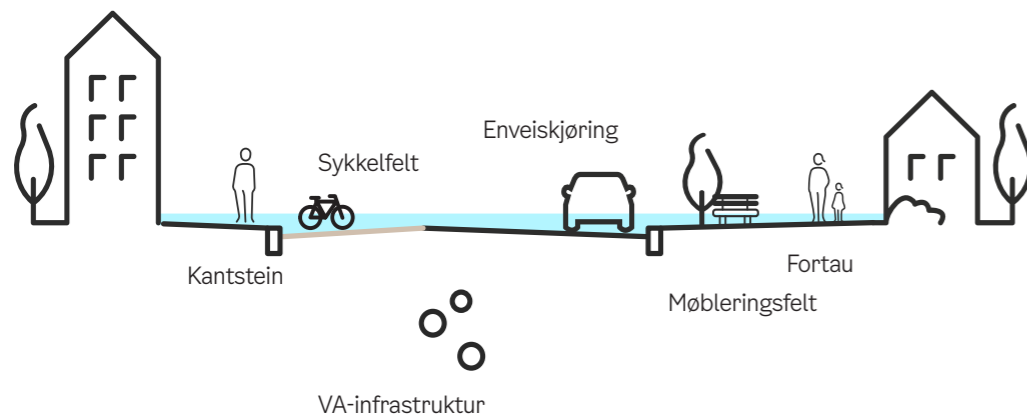
Markveien er en B2 gate^[6.1] og er tilsluttet bygårder på begge sider av gaten. Gaten er enveiskjørt med et kjørefelt, et sykkelfelt, et møbleringsfelt og ferdselssone på begge sider av veien. Gaten består av flere kryss, innkjøringer til gårdsrom og det er flere innganger til næring langs fortauene på begge sider. Slitedekket i gaten består i all hovedsak av asfalt, men enkelte felt i møbleringssonen består av plasstøpt betong. I tillegg ligger det renneelementer i betong på tvers av fortauene. Noen av inngangene har trinnfri adkomst fra fortau mens andre innganger har ett eller flere trinn. Overvannet ledes til sluk på hver side av kjørebane, det er lite lengdefall på gaten. Langs gaten finnes permanent møblering som avfallsbeholdere, sykkelstativ og skilting. Det finnes møblering tilhørende næringen som ikke er fastmontert samt varer og løse reklameskilt som er plassert langs gaten.

Nedslagsfelt: Ca. 75 ha.

Dagens kapasitet i tverrsnittet: 0,75 m²

Nødvendig kapasitet ved klimajustert 100-årsflom: 3000 l/s som tilsvarer et tverrsnittsareal på 1,2 m². Ved en 100-årsflom og med dagens tverrsnitt ville flomvannet stått 5 cm opp langs vegglivet til byggene. Flomvannet ville også ha tatt med seg ikke fastmonterte møbler, varer og annet utstyr fra næringen.

Eksisterende situasjon:

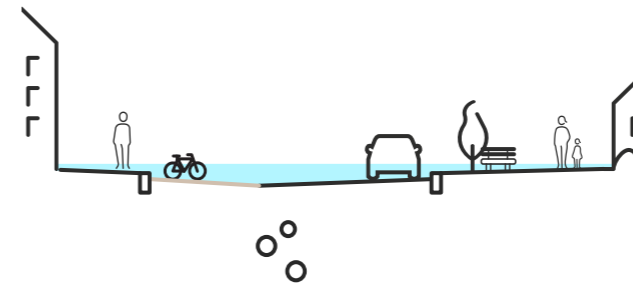


Alternativ 1: Endre kjørebaneens tverrfall til V-profil

Ved å legge om veiens tverrfall til V-profil vil nytt tverrsnittsareal øke til 1,1 m². I dette forslaget er det lagt til grunn å videreføre dagens overvannshåndtering, men sentrere slukene i lavbrekket på veien. Vishøyde på 10 cm er videreført.

Med dette tiltaket oppnås nesten nødvendig volum for flomvannet, men ved flom vil vannet fortsatt stå ca. 1,5 cm opp på vegglivet.

Fordelene og utfordringene for alternativ 1 og 2 oppsummeres sammen, da tiltakene har flere likhetstrekk.



Alternativ 2: Endre kjørebaneens tverrfall til V-profil og øke vishøyde fra 10 til 13cm

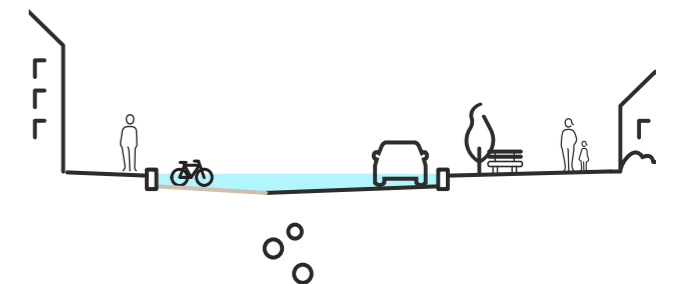
Dette alternativet er en forlengelse av alternativ 1, hvor vishøyden på kantstein er justert. Ved å øke vishøyden på kantsteinen med tre cm oppnås tilstrekkelig volum i tverrsnittet, og nytt tverrsnittsareal vil øke til 1,25 m².

Fordeler:

- Funksjonene i gaten er uendret.
- Flomvannet styres i midten av veibanen, slik at risikoen er lav for at flomvann renner på uønskede plasser.
- God kapasitet.
- Dagens overvannssystem videreføres.

Utfordringer:

- Gaten har lite lengdefall, og det bli behov for flere sluk for å sikre bortledning av regnvann ved normale nedbørsmengder.
- Konflikt med sluk og brøyteskjær kan bli en utfordring. Spesielt tilpasset sluk for V-profil kan være et forebyggende tiltak.
- Det kan bli behov for å legge om kabler og rør ved bygging.
- Trinn 1 og 2 i tretrinnsstrategien er ikke implementert i løsningen.



Alternativ 3: Opprettholde dagens tverrfall og supplere med skybruddsrenner med rist på hver side av kjørebane

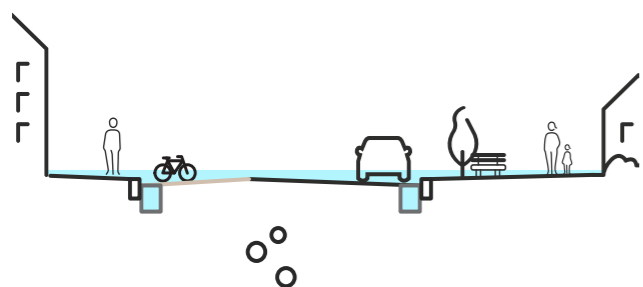
Ved å legge inn skybruddsrenne med rist på hver side av kjørebane vil nytt tverrsnittsareal øke til 1,15 m². Dimensjon på skybruddsrenne er H:50cm B:40cm. Vishøyden på 10 cm er videreført. Med dette tiltaket oppnås ikke nødvendig volum for flomvannet, og ved flom vil vannet stå ca. 0,5 cm opp på vegglivet. For å oppnå tilstrekkelig volum kan vishøyde på kantsteinen økes fra 10 til 13 cm.

Fordeler:

- Funksjonene i gaten er uendret.
- Mindre justering av dagens terreng, siden tverrfallet opprettholdes.
- Skybruddsrennene kan potensielt bidra til noe fordrøyningsvolum.

Utfordringer:

- Det vil være behov for tilpasningen mot innkjøringer og kryss. Dette kan løses ved forhøyde fartshumper i kryss for å lede flomvann i ønsket retning, eller øke kapasiteten på skybruddsrennen i kryss og innkjøringer for å kompensere for kantsteinens vishøyde.
- Det samles løv og søppel i skybruddsrennene, slik at det må påberegnes vedlikehold.
- Skybruddsrennen kan tettes av is og snø på vinterstid.
- Trinn 1 i tretrinnsstrategien er ikke implementert i løsningen.



Alternativ 4: Endre tverrfall til V-profil og ha skybruddsrenne med rist i senter

Ved å endre tverrfallet til V-profil og skybruddsrenne med rist i senter av kjørebane vil nytt tverrsnittsareal øke til 1,35 m². Vishøyden 10 cm på kantstein er videreført i dette eksempelet, dimensjon på skybruddsrenne er H:50cm B:40cm.

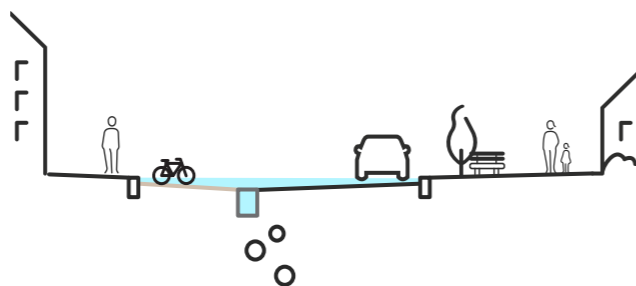
Fordeler:

- Funksjonene i gaten er uendret.
- Skybruddsrennene kan potensielt bidra til noe fordrøyningsvolum.

Skybruddsrennen kan fungere som en buffer mellom syklist og bilister.

Utfordringer:

- Det kan bli behov for å legge om kabler og rør ved bygging.
- Konflikt med rist og brøyteskjær kan bli en utfordring. Spesielt tilpasset rist for V-profil kan være et forebyggende tiltak.
- Det samles løv og søppel i skybruddsrennene, det må påberegnes vedlikehold.
- Skybruddsrennen vinterstid kan tettes av is og snø.
- I en flomsituasjon kan vann dybden i midten av veien medføre risiko for myke og harde trafikanter. Restriksjoner ved flom må vurderes.
- Trinn 1 i tretrinnsstrategien er ikke implementert i løsningen.



Alternativ 5: Kjørebane er omgjort til nedsenket flomareal og tverrsnittet til sykkelfeltet er snudd

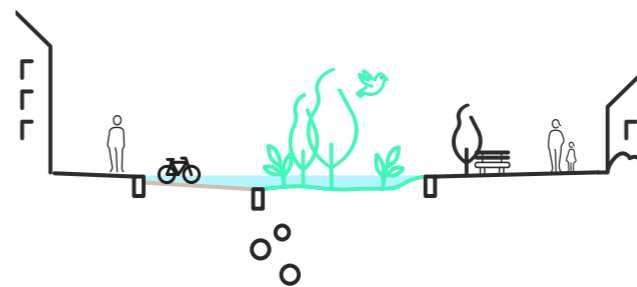
Ved å omgjøre kjørebane til nedsenket flomareal og snu tverrfallet på sykkelfeltet vil nytt tverrsnittsareal øke til 1,7 m². Vishøyden 10 cm på kantstein er videreført. Det nedsenkede flomarealet vil være en kombinasjon av grønne og grå felt, for å ivareta varelevering, beredskap, innkjøringer og kryssinger i gaten.

Fordeler:

- Tiltaket ivaretar alle trinnene i tretrinnsstrategien. Tiltak for å redusere risiko for erosjon kan være relevant.
- Tiltaket kan bidra til å skape gode oppholds- og møteplasser.
- Gjøre gatebildet mer estetisk attraktivt.
- Styrking av det biologiske mangfoldet.

Utfordringer:

- Gatens trafikale funksjoner, i form av kjørebane blir bortprioritert.
- Det kan bli behov for å legge om kabler og rør ved bygging.
- Erosjon kan bli en risiko under flom. Dette må vurderes grundig på bakgrunn av dimensjonerende vannføring og hastigheter.



Refleksjoner

Bruk av nedsenket flomareal som snøopplag på vinteren bør unngås for å opprettholde kapasitet ved flom. Bruk av nedsenkede flomarealer kan være aktuelt der hvor vannhastigheten er lav, der flomarealet blir utformet med energidrepende tiltak som reduserer vannhastigheten eller der det kan aksepteres at det vegeterte feltet kan bli utsatt for noe erosjon og utvasking. Tiltaket kan være aktuelt å benytte i gater uten lengdefall slik at store mengder vann kan bli oppstuvet ved flom. Ved bruk av V-profil, vil vann dybden i midten av veien medføre risiko for trafikanter. Det må i planleggingsfasen vurderes alternative ferdselsruter i en flomsituasjon. Alternativt vurderer om det er mulighet for å legge til rette for at deler av kjørebane kan gå klar av vannføringen. I tilfeller hvor ombyggingstiltak av gatetverrsnittet for å tilrettelegge for dimensjonerende flomhendelse blir omfattende, bør objektsikring alltid vurderes som et alternativt tiltak. Dette kan for eksempel være å forhøye list/terskel på inngangsdører og forhøye kanter på lysgraver.

6.1.3 Motzfeldts gate, Oslo

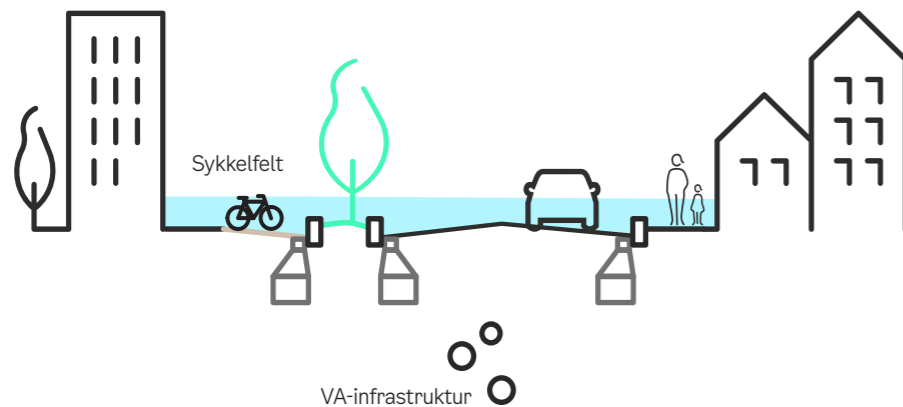
Motzfeldts gate er en B2 gate^[6.1] og er tilsluttet av bygårder på begge sider av gaten. Øvre del av gaten er toveiskjørt, med ferdssone på hver side av kjørefeltet, veggssone på ene siden av gaten og en smal opphøyd rabatt med trær. Gaten består av flere kryss, innkjøringer til gårdsrom og det er flere inn-ganger til næring og boliger langs fortauene på begge sider. Slitedekket i kjørebanelen og ferdssonen består av asfalt, veggsonen er belagt med betongheller og rabatten med trærne har et slidedekke av smågatestein. Overvannet ledes til sluk på hver side av kjørebanelen, og fra vegglivet og mot rabatten med trær, lengdefallet på gaten er slakt. Det finnes lite permanent møblering langs gaten, men enkelte avfallsbeholdere og stammebeskyttere. Det er også skilting langs gaten. Det er noen reklameskilt tilknyttet næringsvirksomhet, og disse er ikke fastmontert.

Nedslagsfelt: Avrenningen og størrelsen på nedslagsfeltet gjennom regnhendelsen ivaretas av den hydrauliske modellen.

Dagens kapasitet i tverrsnittet: 0,58 m²

Nødvendig kapasitet ved klimajustert 100-årsflom: Overvannssimuleringer viser at overvannet står 40 cm opp på vegglivet i dagens situasjon, som tilsvarer et tverrsnittsareal på 5 m².

Eksisterende situasjon:



Alternativ 1: Endre tverrprofil til enveis sidefall og bruke ferdssonen på ene siden av gaten til nedsenket flomareal

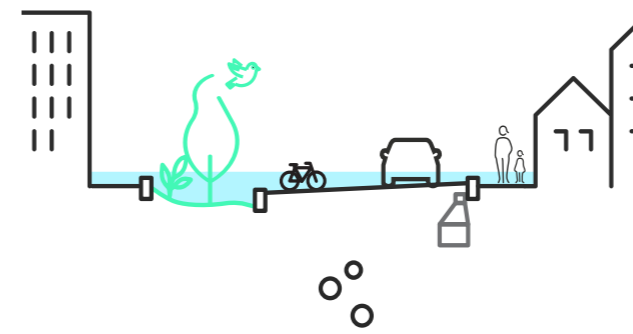
I dette alternativet vil veggsonen langs den ene siden av gaten snevres inn for å legge til rette for en smalere ferdssone. Der hvor ferdssonen og rabatten med trærne stod, åpnes det opp for et nedsenket flomareal. Dette vil være en kombinasjon av hovedsakelig grønne arealer, men også noen områder med harde flater for å legge til rette for blant annet adkomst til innkjøringer i bygårdene. Dette alternativet vil medføre at eksisterende trær må fjernes. Med disse tiltakene vil nytt tverrsnittsareal øke til 1,60 m². Det vil ved flom fortsatt stå vann ca. 24 cm opp på vegglivet.

Fordeler:

- Funksjonene i gaten er uendret, men veggsonen og den ene ferdssonen er redusert.
- Flomvannet styres i midten av veibanen, slik at risikoen er lav for at flomvann renner på uønskede plasser.
- Tiltaket ivaretar alle trinnene i tretrinnsstrategien. Tiltak for å redusere risiko for erosjon kan være relevant.
- Tiltaket kan bidra til å skape gode oppholds- og møteplasser.
- Gjøre gatebildet mer estetisk attraktivt.
- Styrking av det biologiske mangfoldet.

Utfordringer:

- I en flomsituasjon kan vanddybden i midten av veien medføre risiko for myke og harde trafikanter. Restriksjoner ved flom må vurderes.
- Det kan bli behov for å legge om kabler og rør ved bygging.
- Eksisterende trær må fjernes.



Alternativ 2: Omgjøre det ene kjørefeltet og den ene ferdssonen til nedsenket flomareal

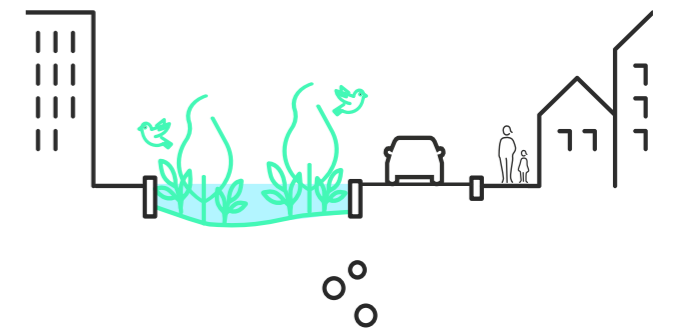
I dette alternativet vil veggsonen langs den ene siden av gaten snevres inn for å legge til rette for en smalere ferdssone. Den ene ferdssonen, rabatten med trærne og det ene kjørefeltet blir omgjort til nedsenket flomareal, dette arealet blir dypt. Men slike arealer kan bli et spennende og positivt element i gatebildet. I København har de bygget et tilsvarende anlegg i Scandiagade, se kapittel Nedsenket flomareal. Kryssing av det nedsenkede flomarealet kan løses ved bordganger, mer solide broer tilpasset dimensjonerende kjøretøy eller «Irish Crossing». Med denne løsningen vil nytt tverrsnittsareal økes til 5 m².

Fordeler:

- Flomvannet styres i midten av gaten, slik at risikoen er lav for at flomvann renner på uønskede plasser.
- Tiltaket ivaretar alle trinnene i tretrinnsstrategien. Tiltak for å redusere risiko for erosjon kan være relevant.
- Tiltaket kan bidra til å skape gode oppholds- og møteplasser.
- I en flomsituasjon vil vannet være konsentrert i et nedsenket areal.
- Gjøre gatebildet mer estetisk attraktivt.
- Styrking av det biologiske mangfoldet.

Utfordringer:

- En funksjon (et kjørefelt) fjernes til fordel for nedsenket flomareal. Og den opprinnelige ferdssonen blir smalere. Dette kan kompenseres ved å legge til rette for oppholdssoner og bordganger over det nedsenkede flomarealet.
- Det vil bli behov for å legge om kabler og rør ved bygging.
- Høydedifferansen ned til flomarealet må sikres på en forsvarlig måte.
- Eksisterende trær må fjernes.



Refleksjoner



I dette gatetverrsnittet er den dimensjonerte nødvendige vannføringskapasiteten betydelig større enn kapasiteten til det eksisterende gatetverrsnittet. Gjennom en vurdering av de alternative løsningene, fremkom det at det vil være behov for endring i de trafikale funksjonene for å oppnå større kapasitet for flomvann. Selv om foreslåtte tiltak kan bidra positivt på flere områder, vil også disse alternativene være omfattende å realisere.

6.1.4 Søren Zakariassens gate, Tromsø

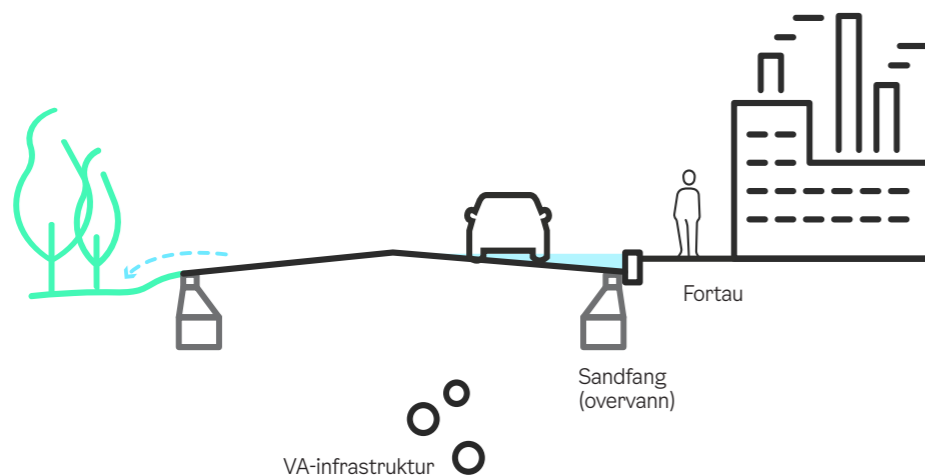
Søren Zakariassens gate består av kjørefelt som er toveiskjørt og et fortau langs ene siden av gaten. Gaten er tilknyttet flere kryss og har innkjøring inn til tilgrensede eneboliger. Gaten er tilsluttet boliger og næring. Gaten har moderat helning ned mot havet. Kantstein skiller fortau og kjørefelt, motsatt side av kjørefeltet er ikke tilsluttet av kantstein. Overvann ledes til hver side av kjørebanelen hvor overvannet fanges opp i sluk langs fortau og mot grøft på motsatt side. Slitedekket består av asfalt og det finnes ingen gatemøblering langs gaten. I bunn av gaten er det lyskryss og ellers er gaten skiltet. I dagens situasjon vil også mye vann ved flom renne inn innkjøringer til bolig- og annen næringseiendom.

Nedslagsfelt: Ca. 12 ha.

Dagens kapasitet i tverrsnittet: 0,25 m²

Nødvendig kapasitet ved klimajustert 100-årsflom: 1300 l/s som tilsvarer et tverrsnittsareal på 0,8 m².

Eksisterende situasjon:



Alternativ 1: Endre tverrfall til V-profil og bruk av kantstein på begge sider av kjørebanelen

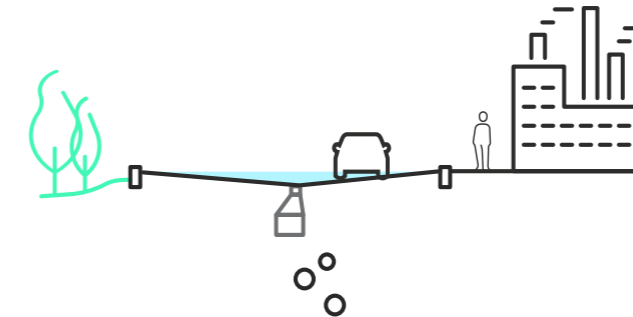
Med disse tiltakene vil nytt tverrsnittsareal øke til 1,57 m². Forslaget viderefører dagens overvannshåndtering, men sentrerer slukene i lavbrekket på veien.

Fordeler:

- Funksjonene i gaten er uendret.
- Flomvannet styres i midten av veibanen, slik at risikoen er lav for at flomvann renner på uønskede plasser.
- God kapasitet.
- Gjenbruke dagens overvannssystem.
- Siden lendefallet på gaten er moderat, kan det være mulig å redusere antall sluk på strekningen.

Utfordringer:

- Konflikt med sluk og brøyteskjær kan bli en utfordring. Spesielt tilpasset sluk for V-profil kan være et forebyggende tiltak.
- I en flomsituasjon kan vanddybden i midten av veien medføre risiko for myke og harde trafikanter. Restriksjoner ved flom må vurderes.
- Det kan bli behov for å legge om kabler og rør ved bygging.
- Trinn 1 og 2 i tretrinnsstrategien er ikke implementert i løsningen.



Refleksjoner

De topografiske forholdene skiller seg ut fra tidligere eksempler med gater med slakt lengdefall. Søren Zakariassens gate har moderat helning. Det kan også medføre større risiko for erosjon og høy hastighet på flomvann. For å opprettholde sikkerhet under drift ved bruk av V-profil og midtstilte sluk kan det være et behov for midlertidig stengning av gaten, i motsetning til veier eller gater med sidestilte sluk hvor halve veibanen kan stenges under drift. Trafikkintensitet må vurderes ved valg av midtstilte sluk.

Klimatiske forhold er også viktig. Søren Zakariassens gate er lokalisert i Tromsø, hvor det kommer store mengder snø, og hvor tine- og smelteperioder forekommer hyppigere. Skybruddsrenner med rist kan bli en utfordring å holde åpne vinterstid på grunn av gjentetting av snø og is. Et avbøtende tiltak kan være varmekabler i rennene, men dette vil kunne medføre isproblemer nedstrøms. Derimot kan skybruddsrenner med rist trolig fungere bedre i et mildere vinterklima. Et annet aspekt som også bør medtas i vurderingen er at styrtregn, 100 års regn, er forventet i sommerhalvåret og at det i vinterhalvåret ikke vil inntreffe like store nedbørmengder. Alternativt kan det vurderes om nedbørmengdene vinterstid kan renne på overflaten, og at skybruddsrennene er operative i sommerhalvåret, da forventet nedbørmengde vil være størst.

Alternativ 2: Opprettholde tverrfall og legge inn steinsatt grøft på hver side av kjørebanelen

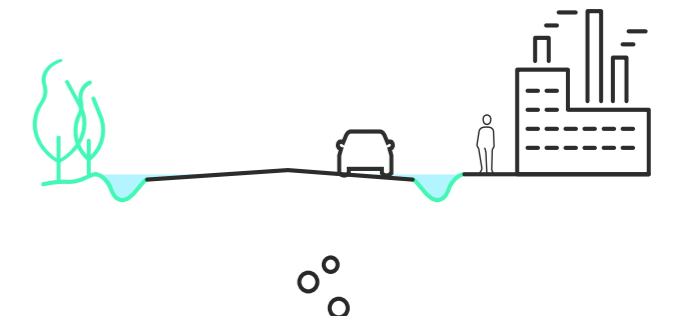
Med disse tiltakene vil nytt tverrsnittsareal øke til 1,2 m². Med denne løsningen vil det være behov for å innsnevre kjørebanelen og erverve grunn.

Fordeler:

- Mindre justering av dagens terreng, siden tverrfallet opprettholdes.
- Enkel å drifte.
- Grøft kan etableres med terskler for å få en fordøyende effekt.

Utfordringer:

- Det vil være behov for å erverve grunn. Samtidig vil kjørebanelen også bli smalere. Det kan være et alternativ å endre til ensidig tverrfall på kjørefeltet og ha grøft på kun en av sidene.
- Ved innkjøringer og kryss blir det behov for tilpasninger, som f.eks. stikkrenner.
- Kontroll av stikkrenner spesielt på vinteren er viktig for å sikre flomvei.





Bilde 7.1: Grøft langs vei i Malmø (Foto: Foto Marie Langsholt Holmqvist, Oslo kommune)

Kilder

[2.1]	E. Sivertsen, S. Bruaset, H. Kvitsand og K. Azrague, «Overvann fra veg. Praksis, status og problemstillinger for vegeier,» SINTEF, 2020.
[2.2]	Oslo kommune, «Retningslinjer og veiledning for overvannshåndtering i Oslo kommune,» Oslo kommune Plan- og bygningsetaten, Oslo, 2023.
[2.3]	NVE, «Veileder Nr. 4/2022 Rettleiar for handtering av overvatn i arealplanar,» NVE, Oslo, 2022.
[2.4]	Statens Vegvesen, Vegnormal N100 Veg- og gateutforming, 2022.
[3.1]	NVE, «Veileder Nr. 4/2022 Rettleiar for handtering av overvatn i arealplanar,» NVE, Oslo, 2022.
[3.2]	Rambøll, «Overvannsflom - metoder for kartlegging og analyser,» 20 Oktober 2015. [Internett]. Available: https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m424/m4242.pdf . [Funnet 5 Januar 2023].
[3.3]	NVE, Veileder Nr. 2/2023 Veileder for kartlegging av overvann - Høringsutkast, Oslo: NVE, 2023.
[3.4]	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 .
[3.5]	Standard Norge, «Krav til risikovurderinger (NS 5814:2021+AC:2023),» 24 Mai 2023. [Internett]. Available: https://handle.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=1516415 .
[3.6]	M. Tangen, «Gater som flomveier – eksempler fra Porsgrunn kommune,» Oslo kommune, 2022.
[4.1]	R. Ghetahun, «Gateløp som flomveier med casestudier frå Nordstrandsplatået,» 2019.
[5.1]	Oslo kommune Bymiljøetaten, «Gatenormal for Oslo,» 2020.
[5.2]	Oslo kommune Bymiljøetaten, «Arbeid nær trær,» Oslo kommune, Oslo, 2012.
[5.3]	H. Norem, K. Flesjø, J. Sellevold, M. R. Lund og P. L. E. Viréhn, «Overvannshåndtering og drenering for vei og jernbane - Naturfareprosjektet Delprosjekt 5 Flom og vann på avveie,» NVE, 2016.
[5.4]	Statens Vegvesen, «Veiledning N-V240 Vannhåndtering,» Vegdirektoratet, 2023.
[5.5]	Hamar kommune, Innlandet fylkeskommune, Norconsult, «Rundkjøringer i flomveier - samarbeidsprosjekt mellom Hamar og Innlandet fylkeskommune,» Miljødirektoratet, 2021.
[6.1]	Oslo kommune Bymiljøetaten, «Gatenormal for Oslo,» 2020.

