

Oppdragsgiver: Bodø Kommune
Oppdragsnavn: Bodø - ny bydel - blågrønnstruktur
Oppdragsnummer: 631226-01
Utarbeidet av: Jon Bergersen Zeigler
Oppdragsleder: Jon Bergersen Zeigler
Tilgjengelighet: Åpen

NOTAT Blågrønnstruktur for ny bydel

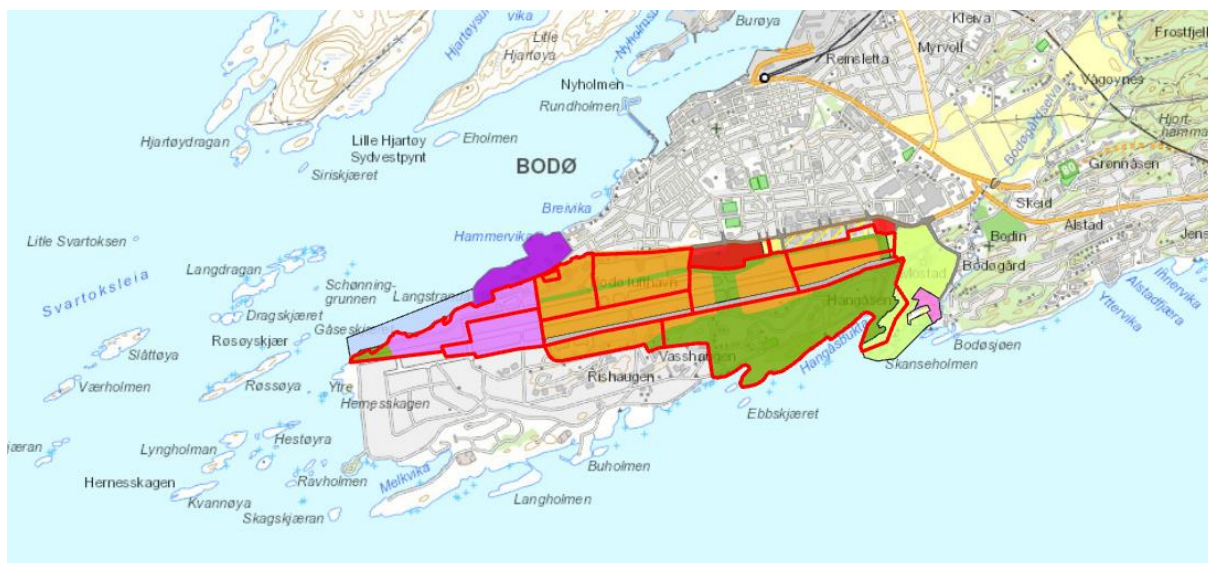
1. INNLEDNING	2
2. GRUNNLAG	3
2.1. Avrenningslinjer	3
2.2. Overvannssystem.....	4
3. HYDRAULISK MODELL	4
3.1. Generelle forutsetninger	4
3.2. Terrenggrunnlag	4
3.3. Inngangsdata/grensebetingelser	6
4. RESULTATER	7
4.1. Beregning 1 – uten kulverter	7
4.2. Beregning 2 – med hovedkulverter og flomtunnel.....	7
5. BLÅGRØNNSTRUKTUR.....	9
5.1. Forutsetninger/grunnlag.....	9
5.2. «Det grønne fiskebeinet»	10
5.3. Kommunedelplanalternativet.....	11
6. TRETRINNSSTRATEGIEN – MULIGHETER/BEGRENSNINGER	12
7. OPPSUMMERING/ANBEFALING.....	12

SAMMENDRAG

I forbindelse med plan for ny bydel ved Bodø flyplass er det utført overordnet beregning av overvannsvannmengder ved 200 års nedbør med 40 % klimapåslag. Arbeidet baserer seg på allerede utførte terrengeanalyser (avrenningslinjer) fra Bodø kommune, samt ny hydraulisk beregning med 2D overflatemodell. Det er så skissert to alternativer for blågrønnstruktur der det ene følger fiskebeinstrukturen som ble foreslått i parallelloppdrag for ny bydel i 2020, og det andre følger forslag til kommunedelplan. Minimumsbredde er beregnet som funksjon av vannmengder fra den hydrauliske modellen, gjennomsnittfall med dagens terreng, samt et standard V-profil med 1:4 sideskråninger. Det understrekes at vannmengdene er beregnet på bakgrunn av eksisterende terreng. I et såpass flatt terreng vil terrenginngrep kunne få store konsekvenser for vannets vei. Det er dermed ikke gitt at vannmengdene vil være gyldige hvis det legges opp til omfattende terrenginngrep, type heving/senkning av større områder. Dimensjoneringen av flomveier bør uansett oppdateres så snart det foreligger konkret plan for fremtidige terrenginngrep. Den anbefalte løsningen er at plan for fremtidige terrengendringer utformes i samråd med overvannsrådgiver.

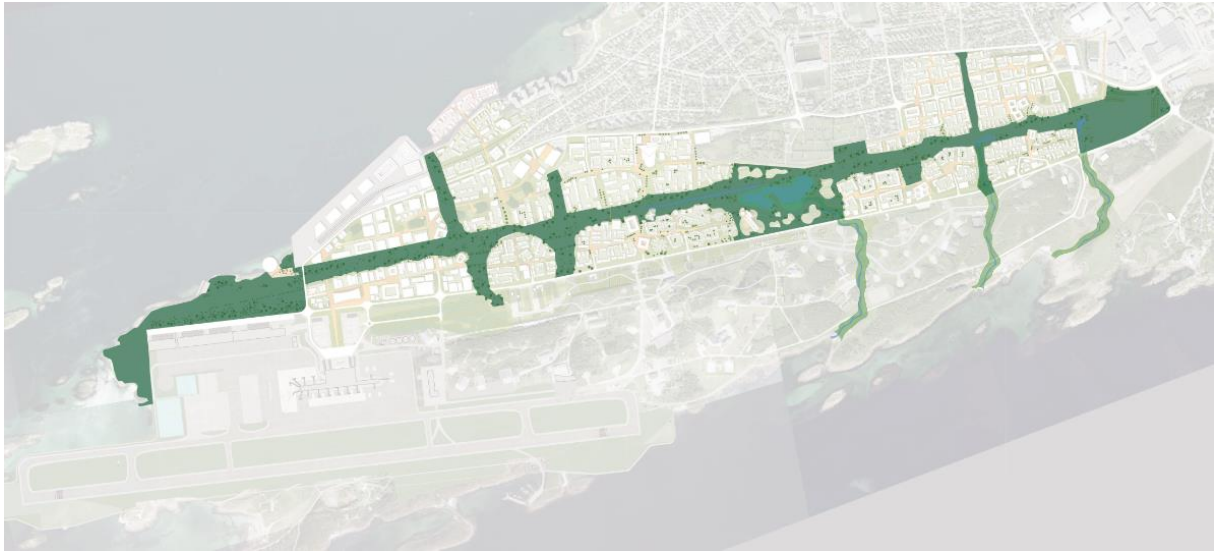
1. INNLEDNING

Det planlegges ny bydel på deler av dagens flyplassområde i Bodø. Foreløpige rammebetingelser er gitt i forslag til kommunedelplan (Figur 1-1)



Figur 1-1. Arealformål med tomteinndeling fra kommunedelplan. Grønn farge indikerer friområde/LNF (grøntstruktur)

I parallelloppdrag for ny bydel (2020) kom team Asplan Viak/DRMA/Tina Saaby med innspill til utforming av grøntstruktur/grøntdrag for den nye bydelen. Hovedgrepet «Det grønne fiskebeinet» er vist i Figur 1-2:



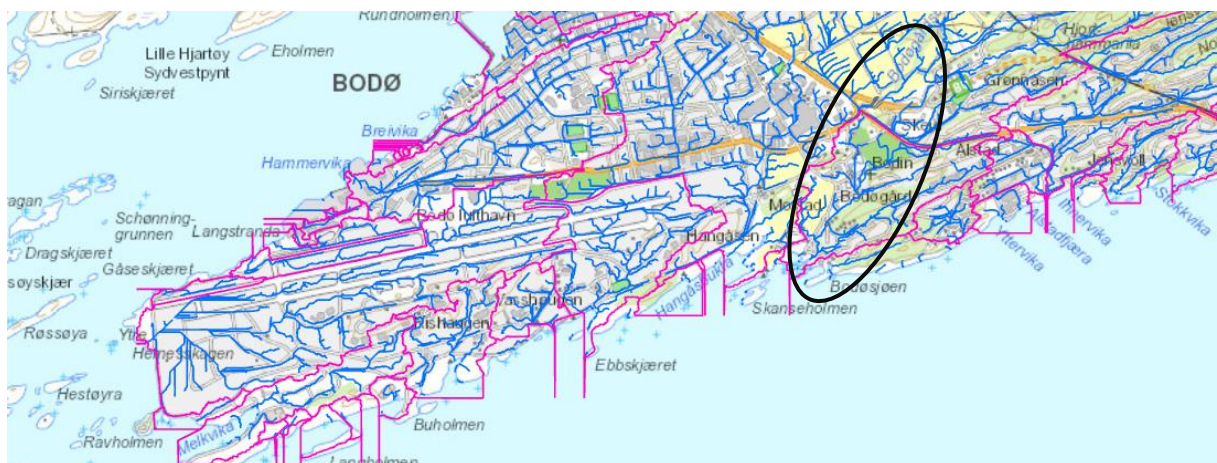
Figur 1-2. "Det grønne fiskebeinet" fra parallelloppdrag (Asplan Viak/DRMA/Tina Saaby, 2020)

Det tas utgangspunkt i disse to overordnede grepene («Fiskebeinet» og KDP-forslaget) for utforming av de videre alternativene for flomvei.

2. GRUNNLAG

2.1. Avrenningslinjer

Bodø kommune hadde allerede generert avrenningslinjer i forkant av prosjektet. Dette ble utført på en terrengmodell med ruteoppløsning på 1 m. Terrengmodellen inkluderte riktignok ikke de aller siste terrengendringene rundt krysset Bodøveien/Olav Vs gate/Bodøelva. Dette hadde riktignok lite å si for flyplassområdet da disse områdene drenerer direkte til Bodøelva. Genererte avrenningslinjer fra feltstørrelse 0,5 ha og oppover vises i Figur 2-1. Hovednedbørsfelt til fjorden vises også.



Figur 2-1. Avrenningslinjer >0,5 ha (blå) og hovednedbørsfeltgrenser (rosa) for flyplassområdet. (Bodøelva/Bodøgårdselva markert med svart ring.)

Avrenningslinjene viser at vannstrømmene er som man kan forvente ut fra flyplassområdets utforming. Hovedstrømmen følger rullebanene og går ut i sjøen i vest. På nord- og sørsiden av rullebanene følger vannet hovedsakelig korteste vei mot sjøen.

2.2. Overvannssystem

De fleste opprinnelige vassdrag gjennom Bodø by er lagt i rør. Avrenningslinjene tar utgangspunkt i en situasjon da alt overvannssystem er overbelastet/tett. I tillegg til enkelte store bekkelukkinger er det etablert en flomtunnel fra Alberthaugen til sjøen ved Rishaugen.

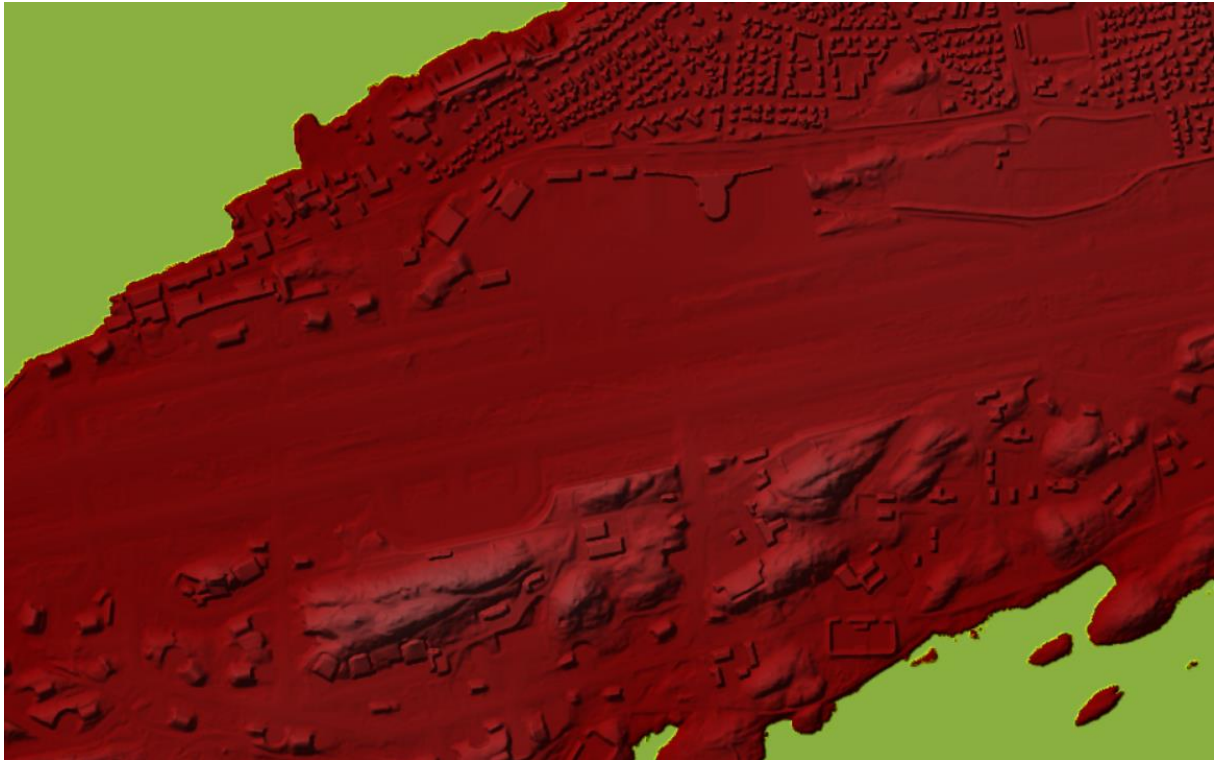
3. HYDRAULISK MODELL

3.1. Generelle forutsetninger

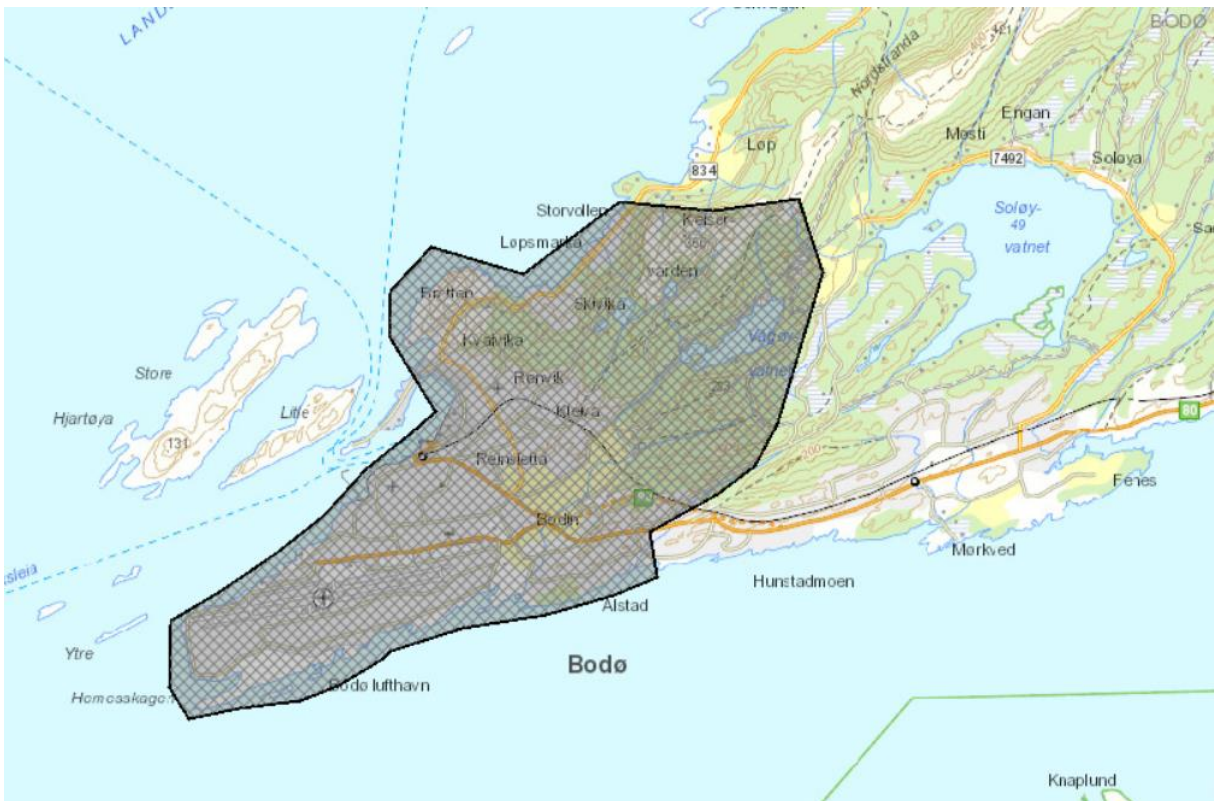
Overflateavrenningsmodell opprettes i HEC-RAS 5.0.7, utviklet av US Army Corps of Engineers. Modellen er standardverktøy for 1D og 2D-vannlinjeberegninger. Modellen regner ikke med infiltrasjon i grunnen, hvilket betyr at beregnede vannstander trolig blir høyere enn i realiteten. Modellen inkluderer heller ikke morfologi, altså erosjonsprosesser og endringer i terreng under en flom, som følge av flommen. Det gjøres heller ingen kalibrering av hydraulisk ruhet i dette prosjektet, da samhørende nedbør- og vannføringsmålinger ikke er tilgjengelig. Hydraulisk ruhet baseres derfor på erfaringstall

3.2. Terrenggrunnlag

Det benyttes terrengmodell fra Bodø kommune (1 m rutestørrelse) der bygninger er innarbeidet. Utsnitt av terrengmodell vises i Figur 3-1. På bakgrunn av denne terrengmodellen genereres det 2D-beregningsnett som dekker hele nedslagsfeltet til Bodø by (Figur 3-2). Det benyttes ruteoppløsning 50 m på mesteparten av området, unntatt rundt hovedavrenningslinjer lagt inn som breaklines. Her benyttes 10 m oppløsning.



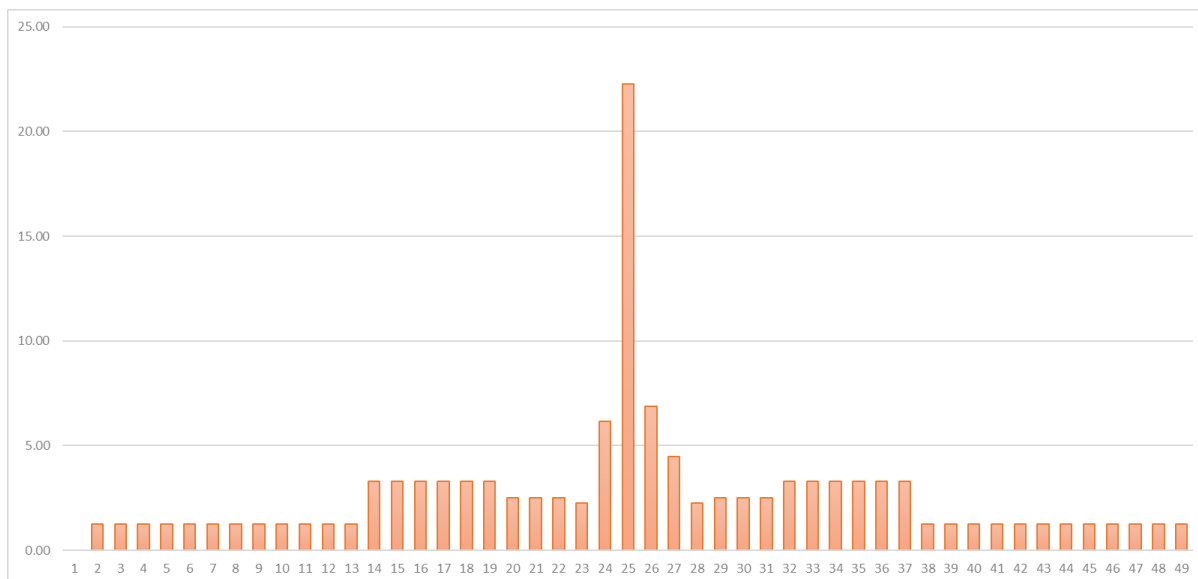
Figur 3-1. Utsnitt av terrengmodell fra Bodø kommune med bygninger innarbeidet.



Figur 3-2. 2D-beregningsnett inkluderer hele Bodøgårdselvas nedslagsfelt.

3.3. Inngangsdata/grensebetingelser

Det benyttes nedbørsdata fra målestasjon 82310 Bodø – Skivika hentet fra Eklima.no. Det er så satt opp symmetrisk hyetogram ut fra IVF-kurven (Figur 3-3) med 30 minutters oppløsning. Det benyttes på 200 års gjentakintervall med 40 % klimapåslag på nedbøren.



Figur 3-3. Symmetrisk hyetogram (200 års gjentakintervall + 40 % klimapåslag) fra stasjon Bodø - Skivika. Timer på X-aksen og mm nedbør på Y-aksen. Tidsoppløsning 30 min.

Som nedstrøms betingelse benyttes konstant stormflovannstand i sjøen, tilsvarende 200 års gjentakintervall i år 2100 fra kartverkets tjeneste «Se havnivå»

Det benyttes konstant Manning-modellruhet på 0,03 for hele 2D-arealet, da dette erfaringsmessig gir mest stabil modellkjøring for nedbørsmodeller. Videre benyttes bølgetilnærming «Diffusion Wave» med ett sekunds tidssteg. Dette gir raskere beregning enn «Full momentum», men noe lavere vannstand for samme ruhetsverdi. Varighet for kjøringen er 18 timer.

4. RESULTATER

4.1. Beregning 1 – uten kulverter

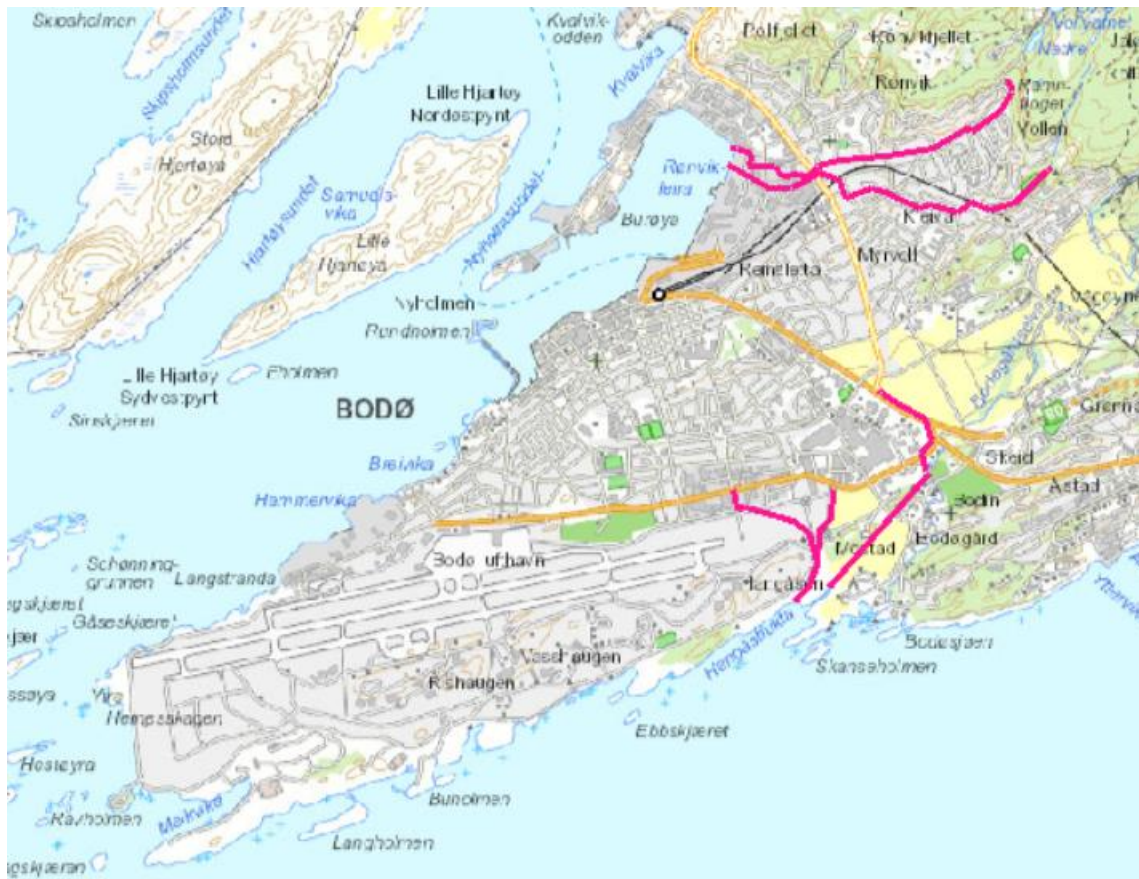
Modellen kjøres først for en situasjon uten kulverter. Dette gir det mest konservative resultatet. Resulterende dybdeplott for flyplassområdet vises i Figur 4-1. Beregningen viser at vannet for det meste følger avrenningslinjene. Maksimal beregnet vannmengde ut i vestre ende er ca. 7,2 m³/s, gjennom den røde linja vist i Figur 4-1.



Figur 4-1. Dybdeplott (maksnivå) for situasjon uten kulverter på flyplassområdet. Avrenningslinjer med lilla farge vises bak vannflaten. Rød linje i vest indikerer «måleprofil» for vannføring.

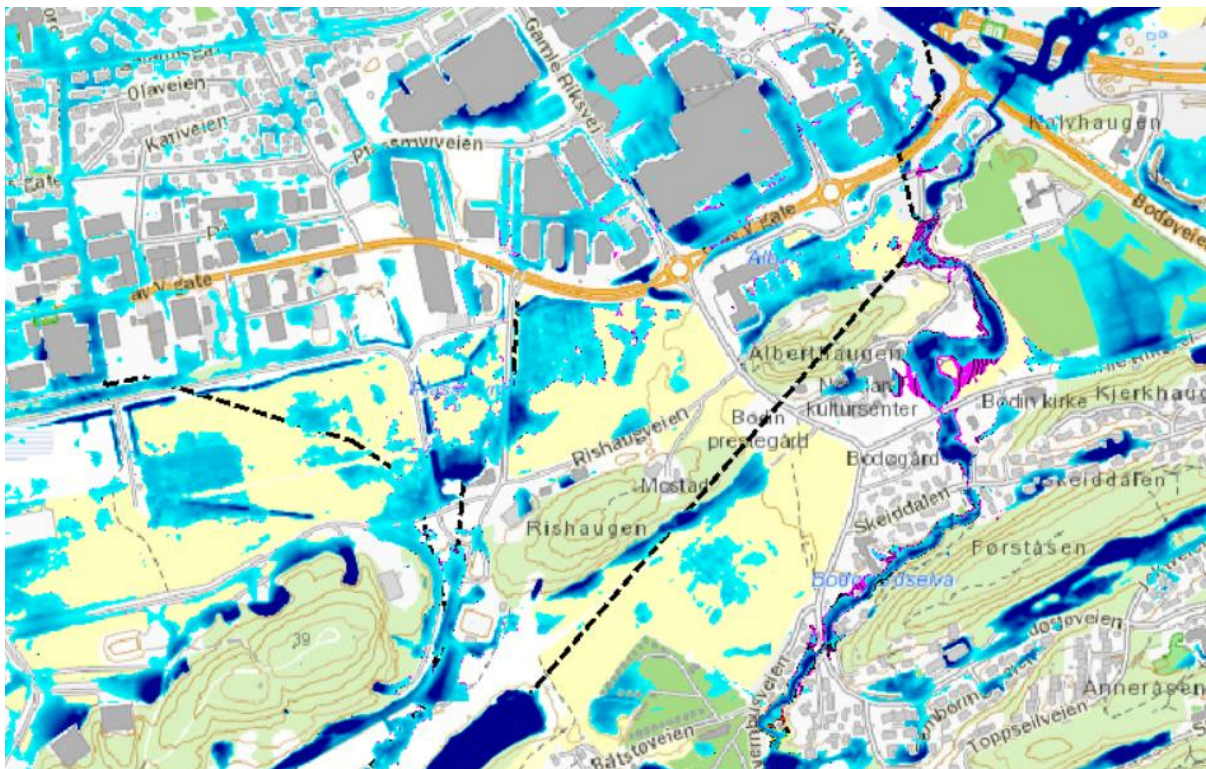
4.2. Beregning 2 – med hovedkulverter og flomtunnel

I tillegg til modellen uten kulverter er det satt opp en modell som inkluderer de største kulvertene (inkl. flomtunnel). Dette for å vurdere om disse har noen signifikant innvirkning på flomsituasjonen på flyplassområdet. Figur 4-2 viser de aktuelle kulvertene som er inkludert i denne modellen.



Figur 4-2. Hovedkulverter (inkl. flomtunnel fra Alberthaugen) som er inkludert i modellen.

Resulterende vannflate vises i Figur 4-3. Beregningen viser at kulvertene og flomtunnelen (stiplede linjer) gir minimal effekt utenom sitt umiddelbare nærområde. I praksis har de ingen effekt på flomsituasjonen på flyplassområdet. Rødfarge indikerer dermed hvor inkludering av kulvert/flomtunnel har gitt effekt.



Figur 4-3. Sammenligning av beregnet situasjon med og uten kulverter (vist som stiplede linjer). Rød vannflate viser resultatet for beregningen uten kulverter.

Basert på disse modellresultatene velges det å benytte modellen uten kulverter for videre dimensjonering av flomveiene. Dette fordi den er mer konservativ og dermed gir ekstra sikkerhetsmargin med tanke estimering av fremtidige vannmengder.

5. BLÅGRØNNSTRUKTUR

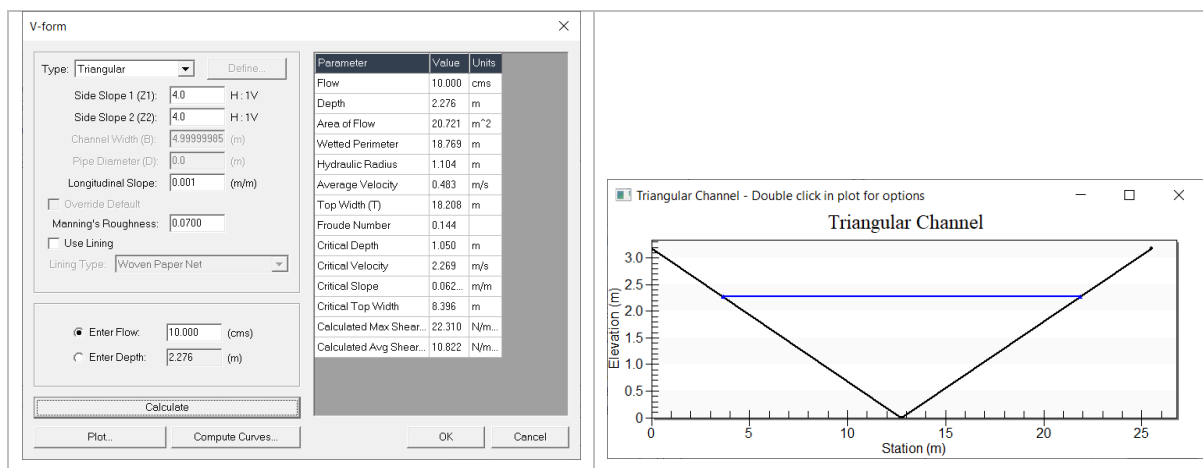
5.1. Forutsetninger/grunnlag

Som nevnt i innledningen er det tatt utgangspunkt i to forskjellige hovedgrep for blågrønnstruktur, «Fiskebeinet» og kommunedelplanforslaget.

Normalt vil en tilstrebe å opprettholde det naturlige avrenningsmønsteret i et område for fremtidig situasjon. Flyplassområdet er riktignok såpass endret sammenlignet med antatt naturtilstand at en i liten grad kan kalle det et «naturlig» avrenningsmønster. Dette gjør at en står friere med tanke på hvor en vil lede vannet i fremtidig situasjon, der deler av området er omgjort til boligområde/byrom.

Det er derfor fokusert mindre på å opprettholde dagens avrenningslinjer, og heller prioritert å sørge for at vannet skal ha en logisk vei å gå.

For beregning av nødvendig bredde for blågrønn struktur tas det utgangspunkt i påregnelig vannmengde fra modellen inn mot den aktuelle flomveien. Det beregnes gjennomsnittlig fall langs flomveien utfra dagens terreng. Det gjøres så en enkel Manning-beregning for hvert strekk i Hydraulic Toolbox (FHWA) med ruhet 0,07. Ruheten settes såpass høyt for å ta høyde for fremtidig vegetasjon og beplantning i flomveien. Det tas utgangspunkt i V-profil med sideskråning 1:4. Disse parameterne gir så nødvendig bredde for det aktuelle strekket. Eksempelberegning er vist i Figur 5-1.



Figur 5-1. Eksempelberegning i Hydraulic Toolbox av flomveibredde, forutsatt V-profil med sidehelling 1:4, ruhet 0,07, vannføring 10 m³/s og lengdefall 0,001 m/m.

5.2. «Det grønne fiskebeinet»

For dette alternativet er det i hovedsak fulgt den opprinnelige blågrønnstrukturen, men med fallretninger så langt som mulig i tråd med eksisterende avrenningsveier. Beregnede minimumsbredder blir mellom 6 og 18 m, som vist i Figur 5-2. Dette er dermed godt innenfor breddene skissert i parallelloppdraget, som vist i Figur 5-3.



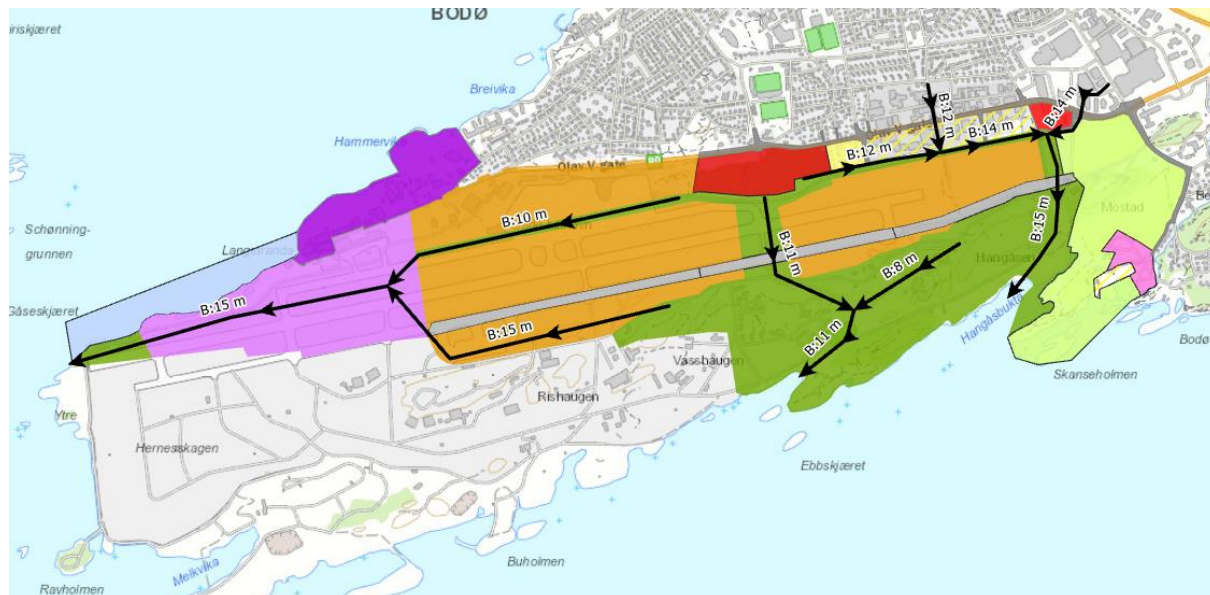
Figur 5-2. Foreslått blågrønnstruktur basert på "Det grønne fiskebeinet" fra parallelloppdraget.



Figur 5-3. Beregnede minimumsbredder for flomvei vist med gult. Sammenlignet med opprinnelig skisserte bredder i «fiskebeinet» (som vist), utgjør selve flomveiene en relativt liten del.

5.3. Kommunedelplanalternativet

For dette alternativet er det igjen prioritert å sørge for at alt vannet har en logisk vei å gå, samtidig som traseene følger friområde/LNF-områdene i størst mulig grad. Foreslått struktur vises i Figur 5-4. Dette alternativet får en mindre helhetlig/sammenhengende struktur enn «Fiskebeinet» og dermed noe mindre minimumsbredder på flomvei. Største beregnede bredde blir 15 m.



Figur 5-4. Foreslått blågrønnstruktur basert på kommunedelplanen.

6. TRETRINNSSTRATEGIEN – MULIGHETER/BEGRENSNINGER

Da området ligger like ved sjøen vil fordrøyning (trinn 2) ha lite for seg. Fordrøyning brukes hovedsakelig når overvann skal slippes på et overvannssystem med begrenset kapasitet. I dette tilfellet kan det antas at overvann kan ledes direkte til sjøen via åpne flomveier. Forutsatt at flomveiene gis tilstrekkelig bredde og fall, vil det ikke være behov for konvensjonelle overvannsledninger utenom ved kryssing av veier og lignende.

I enkelte sammenhenger kan det være relevant å ha et påslippskrav (maksimal videreført mengde) for tilførsel av overvann til flomvei. Dette er riktignok knyttet til nedstrøms situasjon, og om det er risiko for å forverre eventuelle flomproblemer nedstrøms.

Flyplassområdet har tilsynelatende god infiltrasjonskapasitet, og dette gjør at trinn 1 (infiltrasjon, fordamping, rensing) og 3 (flomveier) bør prioriteres framfor trinn 2. Infiltrasjonskapasitet bør riktignok verifiseres i form av målinger før det låses eventuelle planmessige grep som forutsetter høy infiltrasjonskapasitet. Rensebehov for overvann er for øvrig ikke vurdert i dette prosjektet.

Ved en 200-årsflom vil infiltrasjonskapasitet uansett ha lite å si, da det er flomveiene som primært skal håndtere slike ekstremhendelser. Infiltrasjonsløsninger spiller derimot en større rolle ved «dagligdags» nedbør, som fanges opp og bidrar til å fylle opp grunnvann og gjenopprette naturlig vannbalanse.

7. OPPSUMMERING/ANBEFALING

- De hydrauliske beregningene samsvarer i all hovedsak med avrenningslinjene.
- Flyplassområdet ser ikke ut til å motta «vann på avveie» fra andre nedbørfelt eller vassdrag ved eventuell tetting av overvannssystem.
- Største beregnede minimumsbredde for flomvei er på 18 m, gitt de nevnte forutsetningene. Dette er innenfor breddene skissert i parallelloppdraget (og KDP).
- Flomveier/blågrønnstruktur må detaljprosjekteres i samråd med overvannsrådgiver for å sikre at funksjonskrav hensyntas gjennom prosjektet.
- Beregnede vannmengder bør oppdateres etter hvert som nye terrengendringer vedtas, da små inngrep kan få store konsekvenser for vannstrømmen i flate områder som dette.
- Trinn 1 og 3 i tretrinnsstrategien kan prioriteres foran trinn 2, da det legges opp til direkte utslipp av overvann til sjø.
- Infiltrasjonskapasitet bør verifiseres med feltmålinger.
- Rensebehov-/krav bør landes tidlig i planprosessen, da dette også vil kreve areal.

KILDER

DRMA / Asplan Viak / Tina Saaby. (2020). «Urban kraftkule i nord – ny bydel Bodø, sluttleveranse».

Nettkilder:

Statens kartverk, «Se havnivå», lastet januar 2021.

<https://www.kartverket.no/til-sjos/se-havniva/resultat?id=9000003#sealevel-tab>

Eklima.no lastet januar 2020.

http://sharki.oslo.dnmi.no/portal/page?_pageid=73,39035,73_39049&_dad=portal&_schema=PORTAL

VEDLEGG

Vedlegg 1: Flomveistruktur for «Det grønne fiskebeinet»

Vedlegg 2: Flomveistruktur for KDP-alternativet

01	14.04.21	Førsteutgave	JZ	SA, RS
VERSION	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KS