

Flomsikring i Nesbyen kommune

Notat Modellering av overvannsavrenning

07.10.2025

Oppdragsgiver: Norges vassdrags- og energidirektorat
Region sør
Anton Jenssens gate 7
3103 Tønsberg

Forfatter: Lindschulte
Ingenieurgesellschaft mbH Ammersee
Billerberg 10
82266 Inning am Ammersee

ea-NVE-014-01/BrBö

Notat

1.	Prosjektansvarlig	1
2.	Formål	1
3.	Datagrunnlag og modelloppsett	1
3.1	Terrengmodell og grensebetingelser	1
3.2	Hydrologiske parametere	4
3.2.1	Effektiv nedbør	4
3.2.2	Ruhet	8
3.3	Tiltak ved Leirbrøtbekken	9
4.	Resultater	10
4.1	Eksisterende tilstand	10
4.1.1	Klimajustert 200-års nedbør med 180 minutters varighet	11
4.1.2	Klimajustert 200-års nedbør med 60 minutters varighet	12
4.2	Planlagt tilstand - tiltak Leirbrøtbekken	14
4.2.1	Klimajustert 200-års nedbør med 180 minutters varighet	15
4.2.2	Klimajustert 200-års nedbør med 60 minutters varighet	16
5.	Sammendrag	19

1. Prosjektansvarlig

Prosjektansvarlig er: Norges vassdrags- og energidirektorat
Region sør
Anton Jenssens gate 7
3103 Tønsberg

2. Formål

På bakgrunn av dimensjoneringen av pumpestasjonene er det utført hydrauliske analyser av avrenningen på overflaten i det lokale nedbørfeltet i Nesbyen (feltareal 3,1 km²). For dette formålet ble det satt opp en todimensjonal hydraulisk modell ved bruk av HydroAS MapWork. Ved hjelp av modellen beregnes bl.a. strømningsveier, vanndybder, vannmengder og strømningshastigheter.

Beregningene er utført for en klimajustert 200-års nedbørhendelse med varigheter på 180 minutter og 60 minutter i analyseområdet (Figur 3.1). I tillegg til eksisterende tilstand er det undersøkt et alternativ med et tiltak i den øvre delen av nedbørfeltet til Leirbrøtbekken.

For videre vurdering og dimensjonering av pumpestasjonene ble det i samråd med oppdragsgiver satt fast å kun vurdere en nedbørvarighet på 60 minutter.

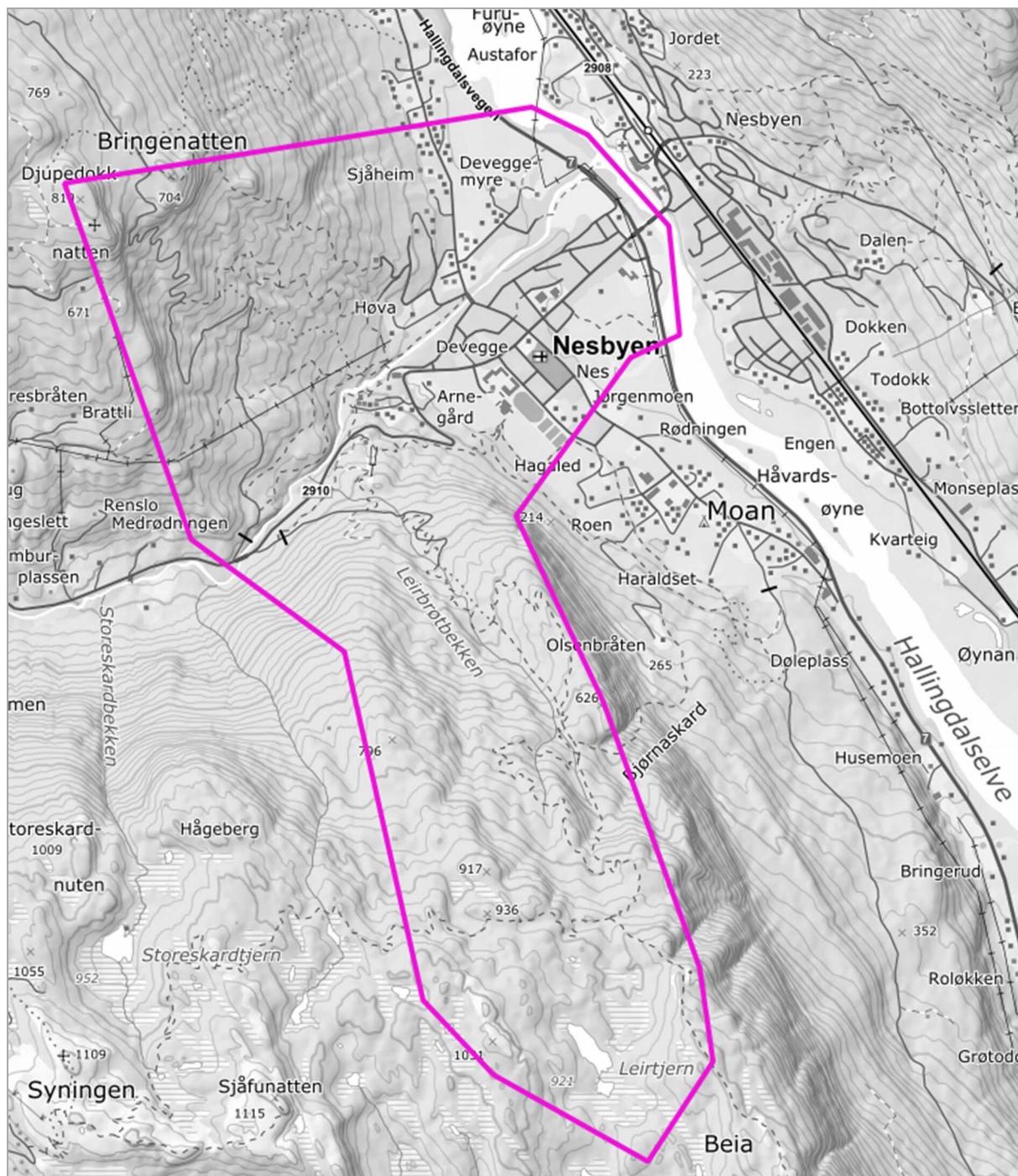
3. Datagrunnlag og modelloppsett

3.1 Terrengmodell og grensebetingelser

Den hydrauliske modellen er basert på høyt oppløste, digitale terreng- og overflatemodeller (DTM, DOM) målt ved laserskanning fra fly. Det er brukt datasett tilgjengelig på Høydedata.no: «NDH Flå-Nes 5pkt 2018» i koordinatsystem ETRS 1989 UTM sone 32N og høydesystem NN2000, oppløsning 0,25 m.

Terrengmodellen som ble brukt i simuleringene, er basert på både DGM og DOM datasett og har en oppløsning på 0,5 m. Denne oppløsningen ble valgt fordi den gir en god balanse mellom høy nøyaktighet og rimelig modellstørrelse og simuleringstid. Kjente, hydraulisk relevante unøyaktigheter i det sentrale deler av analyseområdet, f.eks. byggegroper, ble interpolert ved hjelp av GIS-algoritmer for å gjengi det eksisterende terrenget så godt som mulig.

2D-modellen er laget ved hjelp av programpakken «HydroAS - MapWork». Alle datasett er forvaltet i GIS og oppsett av modellens beregningsnett skjer i GIS. For å ta hensyn til avrenningen fra takflater ble bygninger hentet fra DOM og brent inn i terrengmodellen (Figur 3.2).



Figur 3.1 Grenser for analyseområdet, bakgrunnskart: topografisk Norgeskart, Kartverket



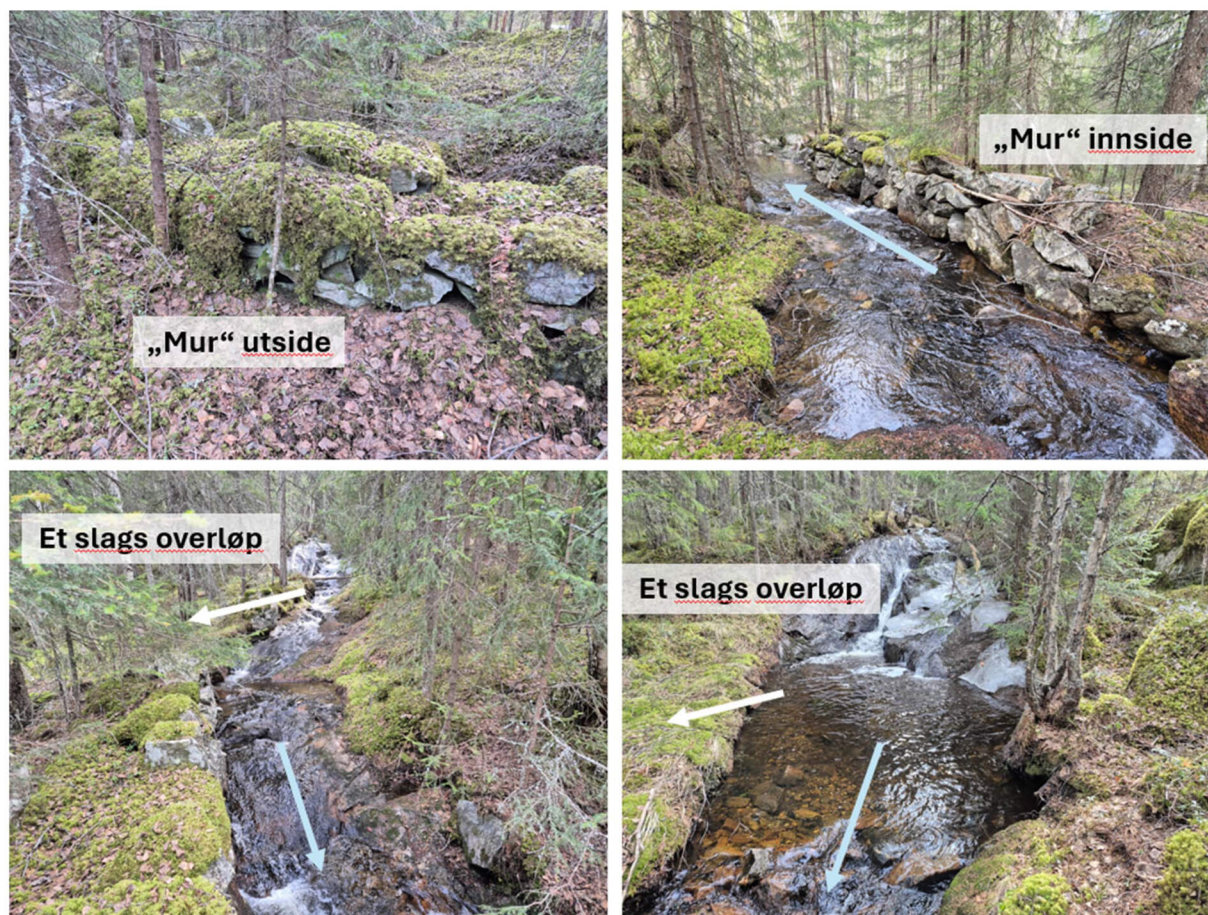
Figur 3.2 Utklipp av den digitale terrengmodellen med modellerte bygninger

I tillegg til de ovenfor nevnte justeringene i terrengmodellen, ble det gjort endringer i terrengmodellen på grunnlag av observasjonene under befaringen 10.04.2025. Dette gjelder spesielt en strekning av Leirbrøtbekken oppe i skogen, som er svært relevant for dannelsen av strømningsveier og hvor mye vann som tilrenner Nesbyen sentrum. Under befaringen ble det oppdaget gamle vassdragstekniske byggverk / forbygninger som styrer vannstrømmen og ikke er registrert i lasermålt DTM (Figur 3.3). I skogen finnes et overløp og en steinmur som sørger for at Leirbrøtbekken omdirigeres i nord-vestlig retning mot Rukkedøla opptil en viss vannføring. Disse strukturene ble manuelt lagt inn i terrengmodellen.

I tillegg ble kulvertene i Leirbrøtbekkens nedbørfelt befart og lagt inn i modellen. Dette gjelder spesielt kulvertene langs Rukkedalsvegen og skogsbilveien fra brua over Rukkedøla opp fjellsiden mot sør-øst (Figur 3.1). I MapWorks modelleres kulverter som 1D-elementer. Dimensjoner tilgjengelig fra Vegkart (www.vegkart.atlas.vegvesen.no, Statens vegvesen) ble verifisert og supplert med egne målinger under befaring.

Øvrige grensebetingelser i modellen er nedbør, jevnt fordelt over analyseområdet, og utløp langs kantene av modellen med fall av energilinja tilnærmet lik helningen av terrenget. Dvs. vann kan renne ut over kantene.

Det er viktig å påpeke at de store vassdragene ikke er modellert. Det er ikke lagt inn vannføringer for Rukkedøla eller Hallingdalselva. Modellen gir kun resultater for avrenningen på overflaten.



Figur 3.3 Gamle konstruksjoner i Leirbrøtbekken med skisserte strømningsretninger. Fotoer fra befaring.

3.2 Hydrologiske parametere

3.2.1 Effektiv nedbør

I denne analysen brukes en nedbørhendelse med et gjentakintervall på 200 år og varigheter på henholdsvis 180 minutter (N200+klimate/D180min) og 60 minutter (N200+klimate/D60min). For mer intens nedbør i et fremtidig klima økes nedbørsverdiene med et klimapåslag på 40 % for N200+klimate/D180min og 50 % for N200+klimate/D60min, iht. Norsk klimaservicesenter¹. Nedbørsverdiene er hentet fra stasjonen Nesbyen-Skoglund (SN24880). N200+klimate/D180min tilsvarer en nedbørsmengde på 43,8 mm, N200+klimate/D60min på 36,0 mm. Nedbøren er modellert jevnt fordelt over nedbørfeltet og har en fordeling over tid med høyest intensitet i midten.

Nedbøren inn i modellen er andelen av nedbøren som renner av på overflaten (effektiv nedbør) i hvert knutepunkt i beregningsnett. For å bestemme den effektive nedbøren beregnes en avrenningskoeffisient for hvert enkelt knutepunkt ved hjelp av SCS-CN-metoden. Koeffisienten er avhengig av arealbruk, hydrologisk jordart og metningsgrad før nedbørhendelsen.

Arealbruk er hentet fra FKB AR5 data, men er justert utfra befaring for å bedre gjenspeile de faktiske hydrologiske forholdene i nedbørfeltet. Bakken langs Leirbrøtbekken har et betydelig mindre jordlag på berg enn opprinnelig antatt (Figur 3.4). Dette kan føre til en betydelig høyere overflateavrenning enn med den opprinnelige brukte arealbruksklassen «skog». For å ta hensyn til dette ble hele området

¹ Klimapåslag for korttidsnedbør - Anbefalte verdier for Norge. Rapport 5/2019, Norsk Klimaservicesenter

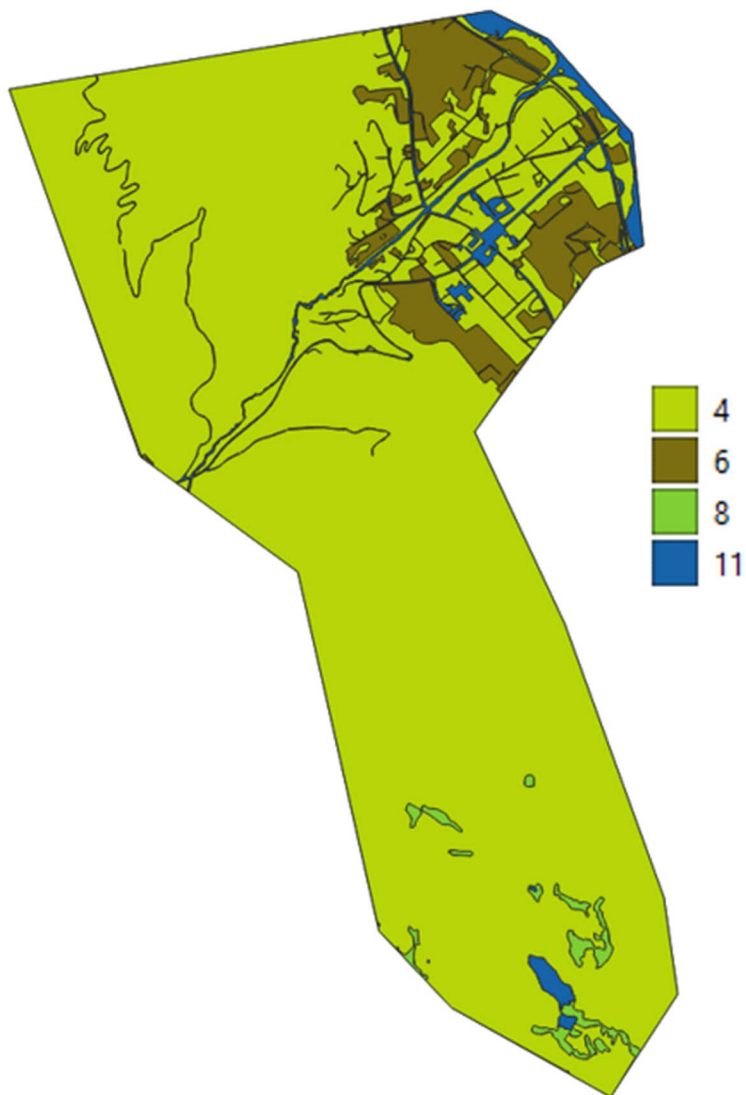
langs Leirbrøtbekken tilordnet den hydrologiske arealbruksklassen 4 for beregning av effektiv nedbør. Dens egenskaper tilsvarer arealbruken «ødemark», med tilsvarende høyere mulig overflateavrenning. Denne justeringen påvirker kun beregningen av effektiv nedbør, men har ingen innvirkning på strømmingen til overflateavrenningen i terrenget. Modellens ruhet er satt til «skog» i dette området.



Figur 3.4 Skråning i skogen nær Leirbrøtbekken med synlig berggrunn og tynt lag med jord. Foto fra befaring

I tillegg til området ved Leirbrøtbekken, er arealbruken i sentrum supplert med tette flater (hovedsakelig parkeringsplasser), som ikke var inkludert i datasettet for arealbruk. Denne justeringen gjelder både beregningen av effektiv nedbør og overflatens ruhet i disse områdene.

Arealbruksklassene i analyseområdet er vist i Figur 3.5, og inndelingen i klasser i Tabell 3.1. De hydrologiske jordartene er vist i Figur 3.6, og en beskrivelse av klassene finnes i Tabell 3.2.

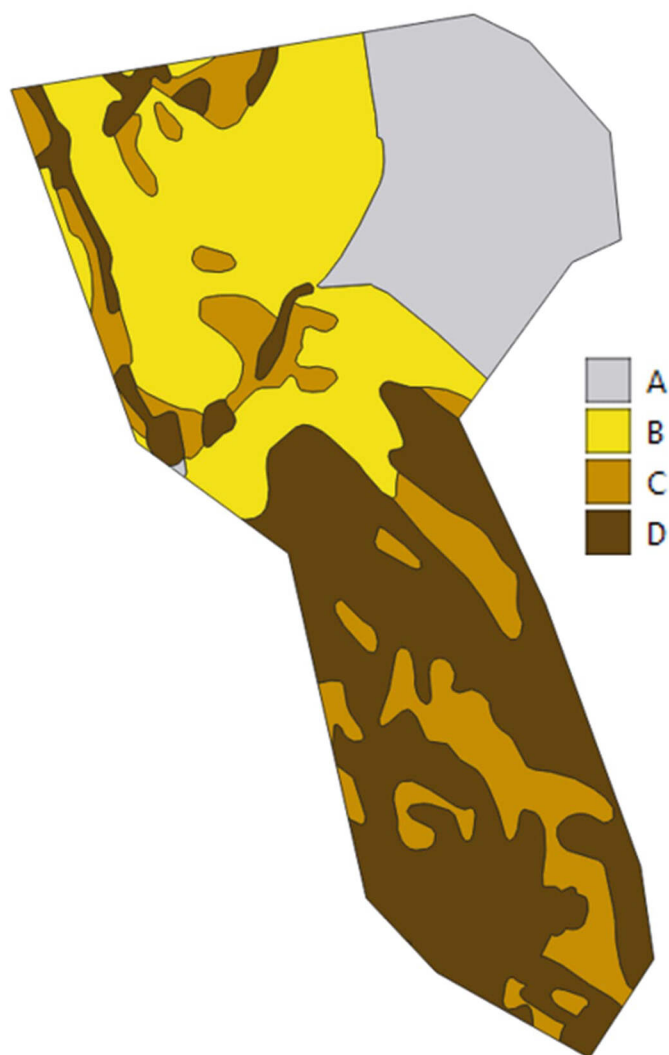


Figur 3.5 Arealbruksklasser i analyseområdet

Tabell 3.1 Tilordning av arealbruk til arealbruksklassene

Arealbruksklasse	Beskrivelse
4	Bebyggd (urbant preg), ødemark
6	Landbruksareal / dyrkbar mark
8	Eng / beite
11	Tette flater (vei, samferdsel) og vassdrag

De hydrologiske egenskapene av jordsmonnet i analyseområdet har stor virkning på vannmengden som renner av på overflaten. Jordsmonnets egenskaper går inn i modellen ved hjelp av hydrologiske jordarter (Figur 3.6), som er basert på løsmassekartet fra Norges Geologiske Undersøkelse (www.geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/).

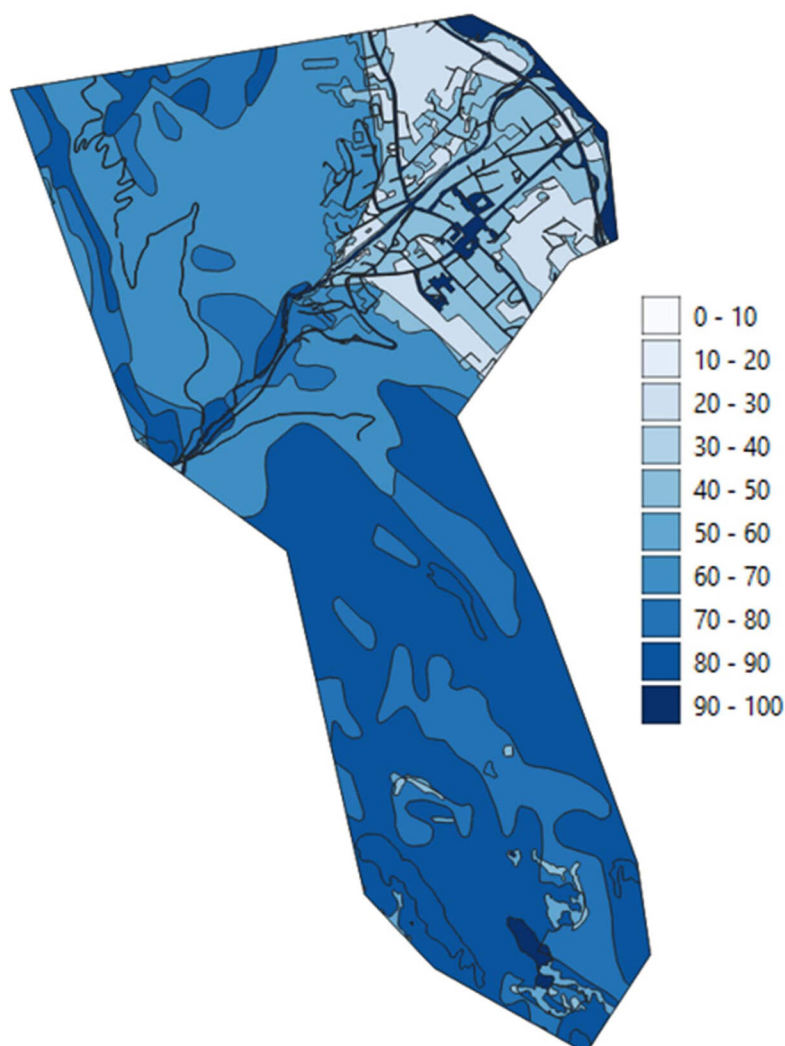


Figur 3.6 Hydrologiske jordarter i analyseområdet

Tabell 3.2 Klassifisering av hydrologiske jordarter

Jordart	Beskrivelse
A	Grus, småstein, sand (minste avrenning)
B	Fin sand, løss, lett leirholdig sand
C	Bindende jord med sand, blandet jord som leirholdig mel-sand, sandholdig leire, leirholdig sand
D	Leire, leirjord, fjell, tett undergrunn (størst avrenning)

I denne analysen er det lagt til grunn metningsgrad III, og sammen med de hydrologiske parameterne som er beskrevet ovenfor, gir dette avrenningskoeffisienter som vist i Figur 3.7.



Figur 3.7 Avrenningskoeffisienter i prosent, avhengig av arealbruk og hydrologiske jordart, for metningsgrad III

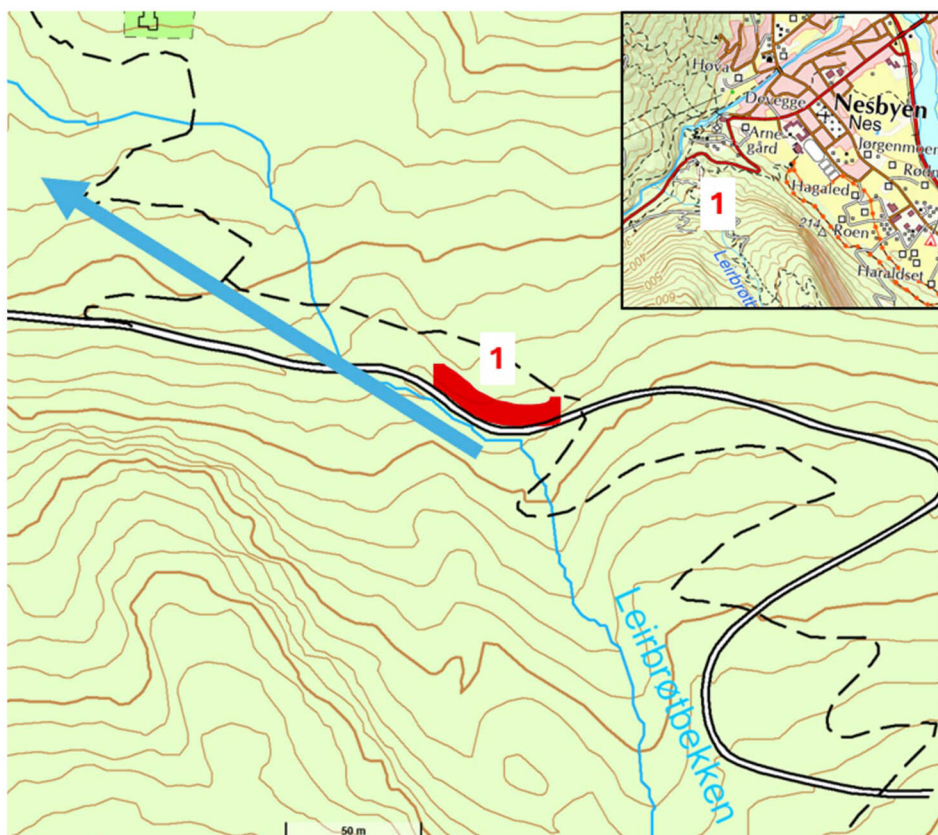
3.2.2 Ruhet

Ved intense nedbørshendelser er den forventede avrenningen på overflaten i stor grad avhengig av arealbruken. Derfor er denne en viktig parameter som skal kontrolleres ved befaring av analyseområdet og nedbørfeltet. En annen viktig parameter er overflatens ruhet. Hvert element i modellens beregningsnett tildeles en vanddybdeavhengig ruhetskoeffisient. På den måten tas det hensyn til økt friksjon i de nedre vannlagene, som for eksempel skyldes vegetasjon eller små ujevnheter i terrenget, og at regnvannet som treffer overflaten ikke renner av umiddelbart. Virkningen av disse strukturene på ruheten avtar med større vanddybde. Ved hjelp av denne fremgangsmåten simuleres både tidspunktet og størrelsen på avrenningstoppene i strømningsveiene nøyaktigere.

3.3 Tiltak ved Leirbrøtbekken

I tillegg til den eksisterende tilstanden ble det simulert hvordan et tiltak ved Leirbrøtbekken påvirker avrenningsmønsteret. Målet med tiltaket er å redusere vannmengden som renner ned mot Nesbyen sentrum ved avskjæring av avrenningen fra Leirbrøtbekken ved skogsbilveien og avledning i nord-vestlig retning ut i Rukkedøla (Figur 3.8). Nedbørsfeltarealet til Nesbyen sentrum reduseres fra ca. 3,1 km² til 0,8 km².

For situasjonen i dag tilsier modellen at vann renner over skogsbilveien og fortsetter nordover ned mot sentrum. I simuleringen med tiltaket er det forutsatt at avrenningen over skogsbilveien kuttes og omdirigeres ved hjelp av en grøft, mur og lignende eller en kombinasjon av det med tilstrekkelig kapasitet. I modellen er tiltaket implementert ved blokkerte elementer langs veien (Figur 3.8).



Figur 3.8 Skisse av tiltakets beliggenhet ved Leirbrøtbekken. Bakgrunnskart: topografisk Norgeskart, Kartverket

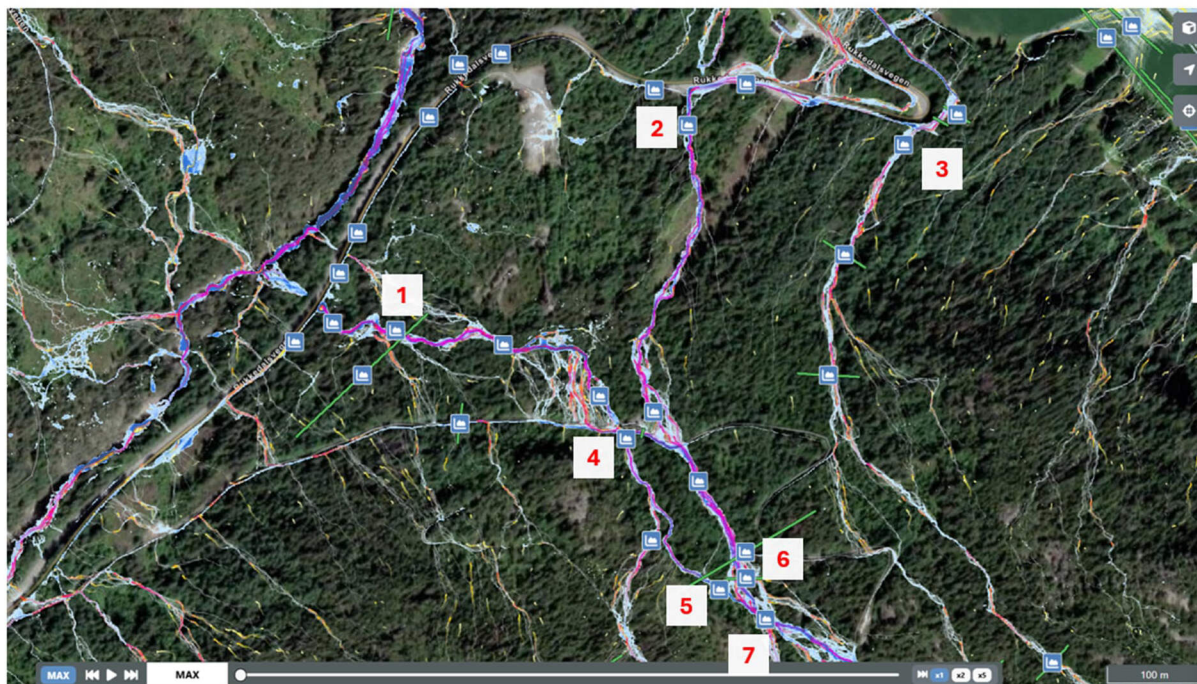
4. Resultater

4.1 Eksisterende tilstand

Før valget av de endelige nedbørhendelsene ble forskjellige nedbørvarigheter simulert for å finne den som gir størst avrenning fra nedbørfeltet. De største avrenningsverdiene for eksisterende tilstand ga modellen for 180 minutters varighet.

I eksisterende tilstand finnes en større strømningsvei fra Leirbrøtbekken mot Nesbyen sentrum (Figur 4.1). Ved stor avrenning deler Leirbrøtbekken seg allerede i området ved de gamle murkonstruksjonene (markeringer 5 og 6) i det øvre nedbørfeltet i to strømningsveier. En strømningsvei fortsetter mot Rukkedøla (1), den andre mot Nesbyen (2), se Figur 4.1 og Figur 4.2. Uavhengig av Leirbrøtbekken dannes en strømningsvei lenger øst, som også går mot Nesbyen (3). Maks. avrenningsverdier for eksisterende tilstand ved N200+klima/D180min vises i Tabell 4.1 og Tabell 4.2.

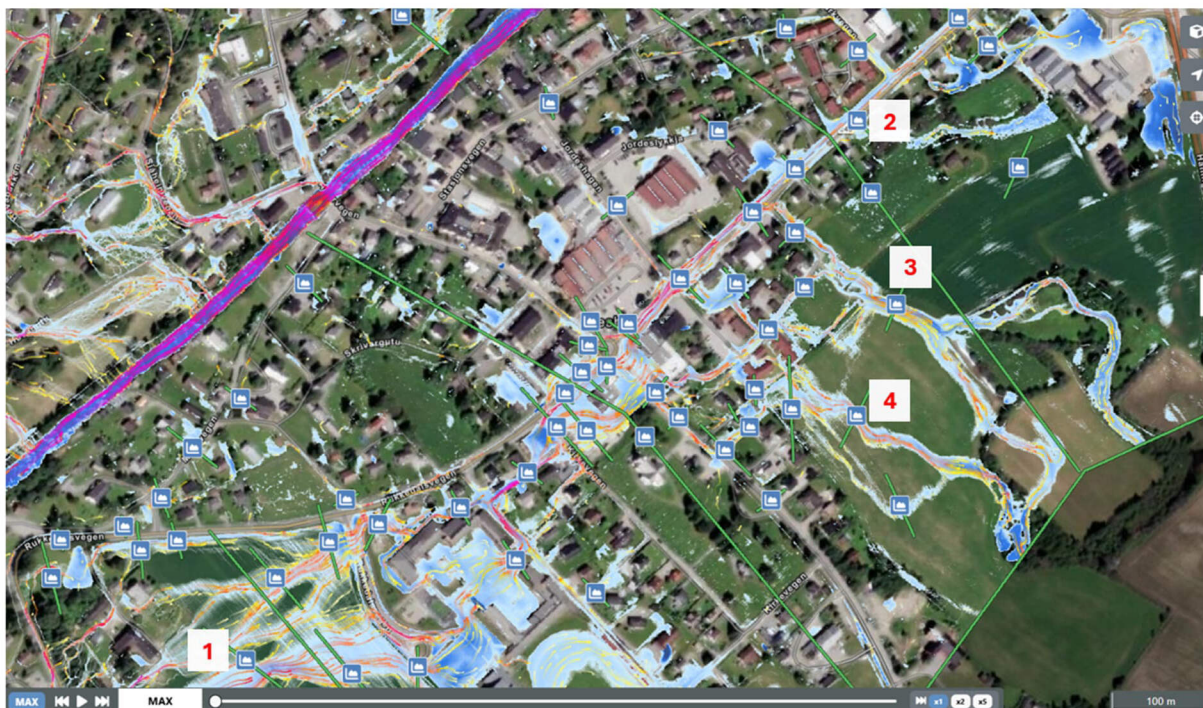
4.1.1 Klimajustert 200-års nedbør med 180 minutters varighet



Figur 4.1 Utklipp av resultatene fra simulering av avrenningen for eksisterende tilstand, øvre del av nedbørfeltet, nedbørhendelse N200+klimate/D180min

Tabell 4.1 Maks. avrenning i den øvre delen av nedbørfeltet til Nesbyen sentrum, nedbørhendelse N200+klimate/D180min, eksisterende tilstand; stednummer refererer til Figur 4.1

Sted nr.	Avrenning [m ³ /s]
1	6,4
2	4,6
3	1,2
4	3,0
5	2,0
6	8,0
7	10,0



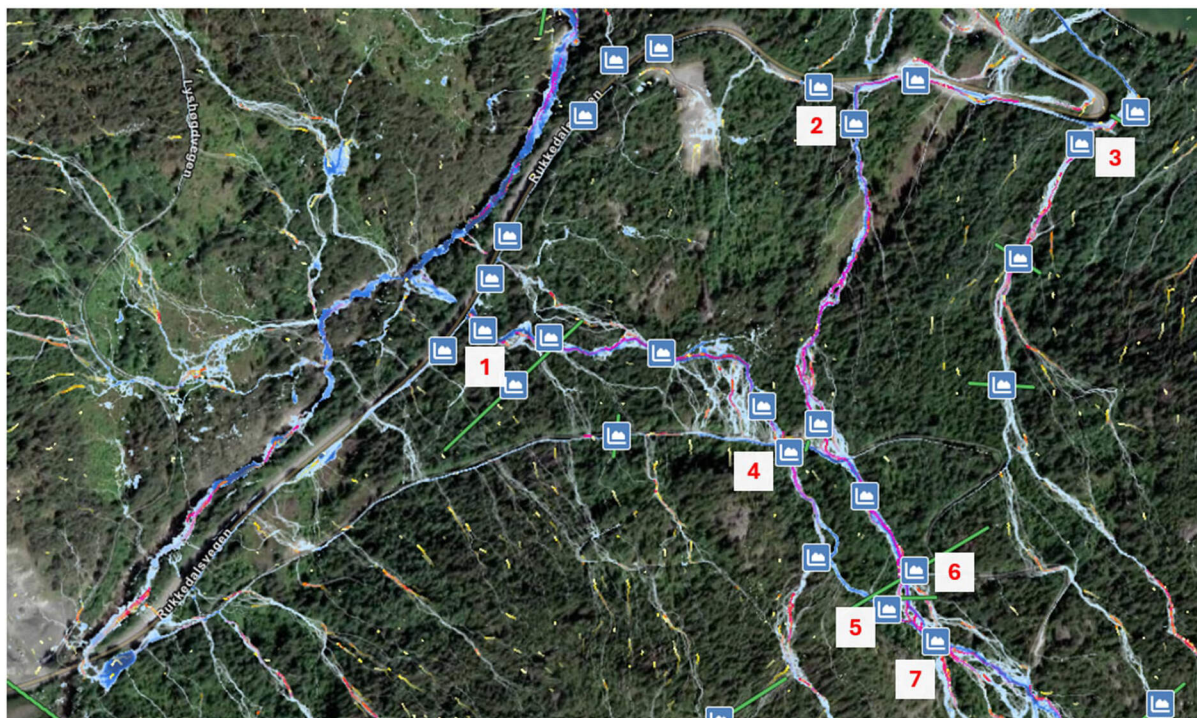
Figur 4.2 Utklipp av resultatene fra simulering av avrenningen for eksisterende tilstand, nedre del av nedbørfeltet, nedbørhendelse N200+klima/D180min.

Tabell 4.2 Maks. avrenning i den nedre delen av nedbørfeltet til Nesbyen sentrum, nedbørhendelse N200+klima/D180min, eksisterende tilstand; stednummer refererer til Figur 4.2

Sted nr.	Avrenning [m^3/s]
1	4,9
2	0,9
3	1,3
4	1,2

4.1.2 Klimajustert 200-års nedbør med 60 minutters varighet

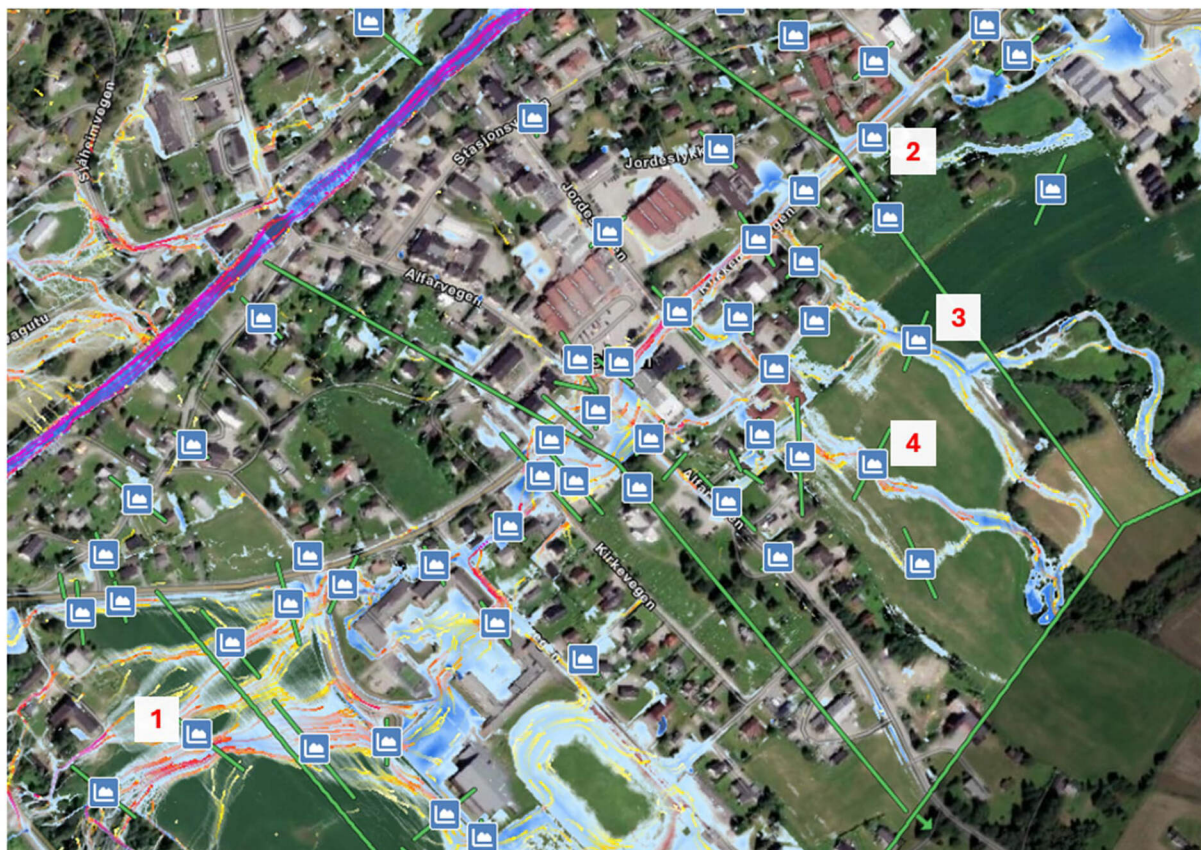
For nedbørshendelsen N200+klima/D60min oppstår i utgangspunktet de samme avrenningslinjene som også vises for N200+klima/D180min. Det kan observeres en større strømningsvei som går fra Leirbrøtbekken mot Nesbyen. Ved stor avrenning deler Leirbrøtbekken seg allerede i området med de gamle murkonstruksjonene (markeringer 5 og 6) i det øvre nedbørfeltet i to strømningsveier. En strømningsvei fortsetter mot Rukkedøla (1), den andre mot Nesbyen (2), se Figur 4.3 og Figur 4.4. Uavhengig av Leirbrøtbekken dannes det en strømningsvei lenger øst, som også går mot Nesbyen (3). Maks. avrenning varierer litt sammenlignet med N200/D180min og toppene opptrer på noe forskjellige tidspunkter. Maks. avrenningsverdier for eksisterende tilstand ved N200+klima/D60min vises i Tabell 4.3 og Tabell 4.4. Stort sett er verdiene noe lavere for den kortere varigheten på 60 minutter.



Figur 4.3 Utklipp av resultatene fra simulering av avrenningen for eksisterende tilstand, øvre del av nedbørfeltet, nedbørhendelse N200+klimate/D60min

Tabell 4.3 Maks. avrenning i den øvre delen av nedbørfeltet til Nesbyen sentrum, nedbørhendelse N200+klimate/D60min, eksisterende tilstand; stednummer refererer til Figur 4.3

Sted nr.	Avrenning [m^3/s]
1	6,2
2	4,1
3	1,4
4	2,9
5	2,1
6	7,5
7	9,2



Figur 4.4 Utklipp av resultatene fra simulering av avrenningen for eksisterende tilstand, nedre del av nedbørfeltet, nedbørhendelse N200+klimate/D60min

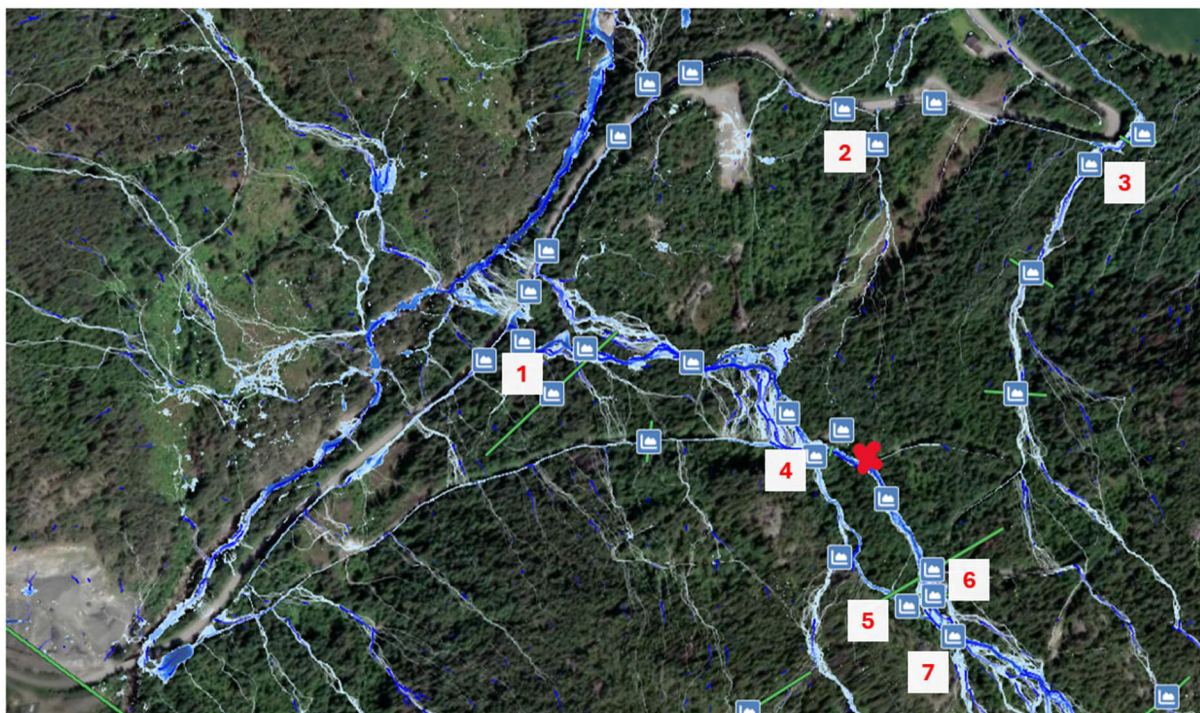
Tabell 4.4 Maks. avrenning i den nedre delen av nedbørfeltet til Nesbyen sentrum, nedbørhendelse N200+klimate/D60min, eksisterende tilstand; stednummer refererer til Figur 4.4

Sted nr.	Avrenning [m^3/s]
1	4,4
2	0,8
3	1,0
4	1,0

4.2 Planlagt tilstand - tiltak Leirbrøtbekken

Tiltaket ved Leirbrøtbekken sikrer at vannet ikke kan renne fra Leirbrøtbekken mot Nesbyen, men ledes direkte til Rukkedøla. Dette fører til en betydelig reduksjon av vannmengdene som tilrenner Nesbyen sentrum. Figur 4.5 og Figur 4.6 gir en oversikt over de endrede strømningsveiene. Tabell 4.5 og Tabell 4.6 viser de tilhørende maks. avrenningsverdiene. Avrenningsverdier som er større sammenlignet med eksisterende tilstand, er avmerket i rød i tabellene, mens mindre verdier er i grønn.

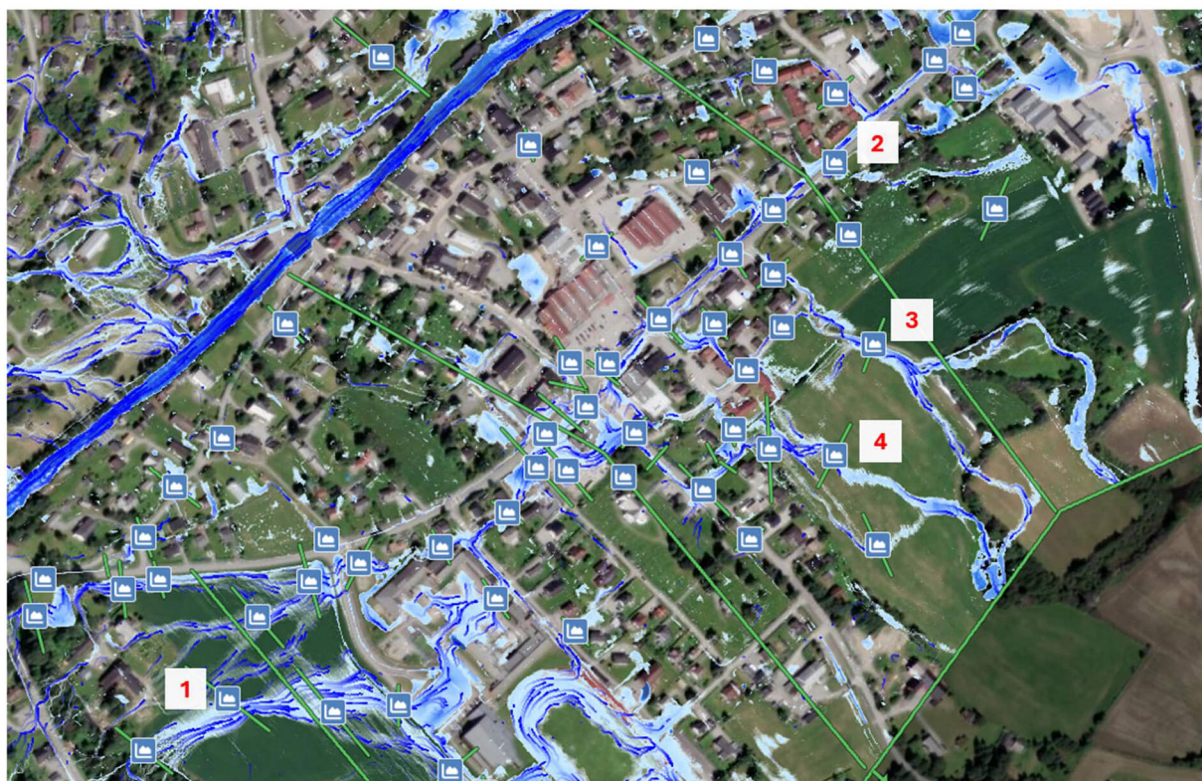
4.2.1 Klimajustert 200-års nedbør med 180 minutters varighet



Figur 4.5 Utklipp av resultatene fra simulering av avrenningen for planlagt tilstand (rødt kryss), øvre del av nedbørfeltet, nedbørhendelse N200+klimate/D180min.

Tabell 4.5 Maks. avrenning i den øvre delen av nedbørfeltet til Nesbyen sentrum, nedbørhendelse N200+klimate/D180min, planlagt tilstand; stednummer refererer til Figur 4.5

Sted nr.	Avrenning [m ³ /s]
1	9,2
2	0,4
3	1,2
4	3,0
5	2,0
6	8,0
7	10,0



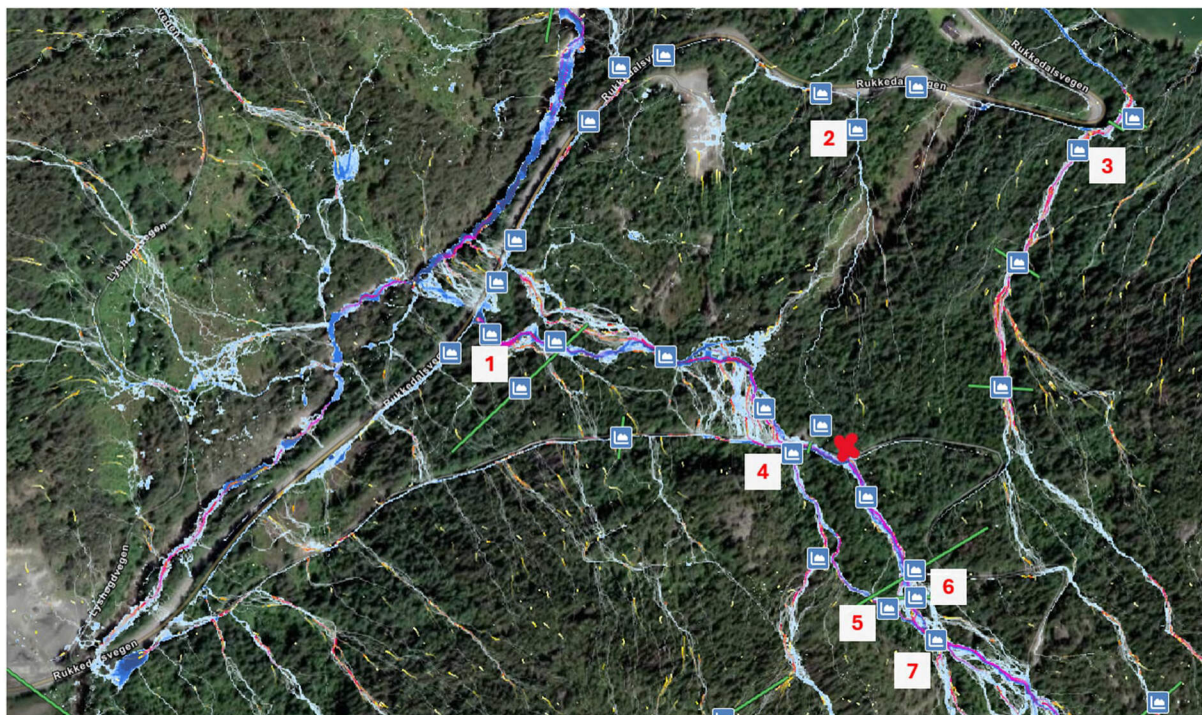
Figur 4.6 Utklipp av resultatene fra simulering av avrenningen for planlagt tilstand (rødt kryss), nedre del av nedbørfeltet, nedbørhendelse N200+klima/D180min

Tabell 4.6 Maks. avrenning i den nedre delen av nedbørfeltet til Nesbyen sentrum, nedbørhendelse N200+klima/D180min, planlagt tilstand; stednummer refererer til Figur 4.6

Sted nr.	Avrenning [m^3/s]
1	1,9
2	0,5
3	0,4
4	0,6

4.2.2 Klimajustert 200-års nedbør med 60 minutters varighet

Ved tiltaket ved Leirbrøtbekken sikres det at ingen vann fra Leirbrøtbekken renner ned mot Nesbyen, men vannet omdirigeres østover til Rukkedøla (Figur 4.7). Dette fører til en betydelig reduksjon av vannmengdene som tilrenner Nesbyen sentrum. Figur 4.7 og Figur 4.8 gir en oversikt over det endrede strømningsmønsteret. Tabell 4.7 og Tabell 4.8 viser de tilhørende maks. avrenningsverdiene. Økte avrenningsverdier sammenlignet med eksisterende tilstand er avmerket i rød i tabellene, mens reduserte verdier er i grønn.



Figur 4.7 Utklipp av resultatene fra simulering av avrenningen for planlagt tilstand (rødt kryss), øvre del av nedbørfeltet, nedbørhendelse N200+klima/D60min

Tabell 4.7 Maks. avrenning i den øvre delen av nedbørfeltet til Nesbyen sentrum, nedbørhendelse N200+klima/D60min, planlagt tilstand; stednummer refererer til Figur 4.7

Sted nr.	Avrenning [m ³ /s]
1	8,8
2	0,4
3	1,4
4	2,9
5	2,1
6	7,5
7	9,2



Figur 4.8 Utklipp av resultatene fra simulering av avrenningen for planlagt tilstand (rødt kryss), nedre del av nedbørfeltet, nedbørhendelse N200+klimate/D60min

Tabell 4.8 Maks. avrenning i den nedre delen av nedbørfeltet til Nesbyen sentrum, nedbørhendelse N200+klimate /D60min, planlagt tilstand; stednummer refererer til Figur 4.8

Sted nr.	Avrenning [m ³ /s]
1	1,9
2	0,3
3	0,2
4	0,4

5. Sammendrag

Som grunnlag for dimensjonering av pumpestasjoner i forbindelse med flomsikringen av Nesbyen ble det gjennomført simuleringer av avrenningen på overflaten fra nedbørfeltet til Nesbyen sentrum vest for tettstedet ved hjelp av en 2D hydraulisk modell.

Modellen er satt opp på basis av terrengdata med en oppløsning på 0,5 m, hvor bygninger fra en DOM er lemmet inn. For å beregne avrenningsmønsteret og vannmengder er nedbør inkludert i modellen, og hydrologiske parametere er satt fast med utgangspunkt i en befaring av nedbørfeltet.

Det ble simulert nedbørhendelser med gjentaksintervall på 200 år og varighet på henholdsvis 180 minutter og 60 minutter, inklusive klimapåslag. Nedbørverdiene tilsvarer henholdsvis 43,8 mm og 36,0 mm.

I tillegg til eksisterende tilstand ble det beregnet endringene gjennom et tiltak ved Leirbrøtbekken for å avlede vann østover ut i Rukkedøla istedenfor at vannet renner mot Nesbyen sentrum.

Ved klimajustert 200 års nedbør med 180 minutters varighet oppstår det avrenningstopper på 1,2 m³/s, 1,3 m³/s og 0,9 m³/s i sentrum for eksisterende tilstand. Tiltaket som omdirigerer en del av avrenningen fra nedbørfeltet til Leirbrøtbekken til Rukkedøla reduserer avrenningstoppene til 0,6 m³/s, 0,4 m³/s og 0,5 m³/s.

Ved klimajustert 200 års nedbør med 60 minutters varighet oppstår det avrenningstopper på 1,0 m³/s, 1,0 m³/s og 0,8 m³/s i sentrum for eksisterende tilstand. Etter tiltaket ved Leirbrøtbekken reduseres disse verdiene til 0,4 m³/s, 0,2 m³/s og 0,3 m³/s.

Inning am Ammersee, 07.10.2025

Lindschulte
Ingenieurgesellschaft mbH Ammersee



i.V. Dr. Manfred Schindler
Avdelingsleder



i.A. Brian Böker
Prosjektingeniør