



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

## NOTAT

OPPDRAKSGIVER	Haldenvassdraget vannområde i samarbeid med Aurskog-Høland kommune og Kjelle videregående skole
KONTAKTPERSON	Lars Kristian Selbakk, lars.selbekk@marker.kommune.no Stig Helge Basnes, stig.helge.basnes@kjelle.vgs.no Ole-Christian Østreng, ole-christian.ostreng@ahk.no
FORFATTER	Trond Mæhlum (Seniorforsker PhD), <a href="mailto:trond.maehlum@nibio.no">trond.maehlum@nibio.no</a>
KVALITETSANSVAR	Eva Skarbøvik (Avdelingsleder Hydrologi og vannkvalitet)
DATO	04.09.2020
VERSJON	3
TILGJENGELIGHET	Avgjøres av oppdragsgiver

NIBIO  
Postboks 115, 1431 Ås  
Tlf: 406 04 100  
[post@nibio.no](mailto:post@nibio.no)  
[nibio.no](http://nibio.no)

Org. nr: 988 983 837

# Vurdering av alternativer for vanntilførsel til planlagt våtmarksområde på Kjelle videregående skole

## Innhold

Bakgrunn og problemstilling .....	2
Metoder.....	3
Resultater .....	3
Nedbørsfeltet oppstrøms Kjelle .....	3
Alternative vannkilder til Kjelle-engene .....	6
Alternativ 1. Oppdemming av Svenskebekken med terskeldam og flomoverløp .....	7
Alternativ 2. Ny kanalisering av Svenskebekken .....	10
Alternativ 3. Nytt flomløp for nedre deler av Svenskebekken (flomløp) .....	11
Alternativ 4. Flomløp fra Lierelva (og Svenskebekken) .....	12
Alternativ 5. Tilførsel fra kanal i nordøst (området Rishaga og Hestehagen) .....	13
Alternativ 6. Tilrenning og grunnvannsoppkomme fra nedbørsfelt øst for Kjelle engene .	14
Alternativ 7. Periodisk pumping av vann fra Lierelva/Svenskebekken.....	14
Øvrige hydrologiske tiltak som sikrer nok vann .....	15
Utforming av våtmark på Kjelle engene .....	15
Vurdering av renseeffekt i våtmark.....	16
Konklusjon med anbefaling .....	17
Litteratur.....	18
Vedlegg .....	18



NIBIO

## Bakgrunn og problemstilling

Prosjekt Haldenvassdraget vannområde planlegger i samarbeid med Kjelle videregående skole en omlegging av et fuktutsatt jordbruksareal (Kjelle engene) til et grunt våtmarksområde med periodisk beiting. Det var fra starten forutsatt å lede vann fra Svenskebekken til dette tiltaket. Vannet her er påvirket av landbruksavrenning. Kjelle videregående skole ønsker å profilere seg på samfunnsnyttige og miljørelaterede spørsmål. Derfor ble planen om å hente vann fra Svenskebekken med tilhørende fangdam sett på som et bidrag til rensing av vann fra jordbrukspåvirkede arealer der det vektlegges hvordan slike tiltak kan flere positive funksjoner og virke som et referanse-/demonstrasjonsanlegg for undervisning og for andre potensielle interessenter.

Foruten å fordrøye og rense vann forventes det at tiltaket vil gi økt biologisk mangfold med økt antall stedeegne fugler, økt innslag av fugler på trekk, økt antall amfibier og insekter, tilretteleggelse for friluftsliv og fysisk aktivitet for lokalsamfunnet, undervisningsopplegg for lokale barnehager og skoler og som lokalitet for forskning på denne type tiltak. Tiltak har vært planlagt i flere år. Et forslag for et mulig tiltak ble utarbeidet i 2015 av konsulentfirmaet Enetjärn Natur AB (Lund et al. 2015).

Det ble her foreslått en omfattende omlegging av Svenskebekken på nær 1 km og større masseforflytting på våtmarksområdet med et areal på ca 70 – 100 da. Grunnundersøkelser i etterkant antyder at store masseforflyttinger ikke er å anbefale på grunn av ustabile masser (leire med høyt vanninnhold).

Grunneiere rundt planlagt tiltak er bekymret for at forslaget med omlegging av Svenskebekken vil medføre økt flomfare. Prosjekt Haldenvassdraget vannområde har vinteren 2020 forespurt NIBIO om å foreta en hydrologisk vurdering av mulig flomfare og vurdere mulig tilførsel av vann til Kjelle-engene som ikke innebærer økt risiko for flomskader og andre vesentlige ulemper på vassdrag og nærliggende områder.

Området Kjelle-engene og området oppstrøms flommens jevnlig over. Det vil ikke være mulig å redusere slik oversvømmelse med dette tiltaket, men ved mindre flom er det ønskelig at Kjelle våtmark kan bidra til fordrøyning og ikke fungerer som en propp som skaper problemer oppover langs vassdraget.

Konkret ønskes at det vurderes en terskel oppstrøms Svenskebekken som leder vannet inn i Kjelle våtmark, fortrinnsvis på grunnen til Kjelle skole. Det ønskes om mulig forslag til en teknisk løsning som hindrer oppstuvning og flomfare til omgivelser langs Svenskebekken og Lierelva. Det er også ønskelig å regulere vannstanden i Kjelle våtmark i perioder der det foregår beiting eller teknisk vedlikehold. Det innebærer at innløpet kan strupes og at utløp fra våtmarken også kan reguleres for å endre oppholdstid og drenere vannet ut.

Detaljstudiet fra 2015 er ikke lenger førende for prosjektet da det er for omfattende i forhold til dagens ambisjonsnivå. Utbygger ønskes en enklere løsning, både på tilførsel av vann, etablering



## NIBIO

av våtmarksområde og regulering av vannhøyder, fortrinnsvis uten bruk av pumper. Planlagt tiltak skal ikke gi økte flomrisiko for omgivelsene, eller medføre skade på vassdrag og dyreliv.

Målsetting for prosjektet er at tiltaket skal bidra til bedring av vannkvaliteten, retensjon av flomvann, biologisk mangfold og rekreasjon/opplevelse i planlagt tiltak.

Evapotranspirasjon fra en grunn våtmark med sivplanter som takrør og dunkjevle kan være opp til 10 mm/d på varme sommerdager i vårt klima. Det innebærer et tap av vannvolum på 10 m<sup>3</sup> per mål våtmark per døgn. Gitt et areal våtmark på 50 mål så innebærer dette et vanntap på opp til 500 m<sup>3</sup> per døgn. Dette må kompenseres for å unngå redusert vannivå og inntørking under spesielt tørre og varme perioder. I tillegg kan det være noe vanntap via grunnvann og gamle dren som ikke er tette. Dette er relevant for å vurdere hvilke vannkilder som er aktuelle for planlagt tiltak.

## Metoder

NIBIO har vurdert rapporten med Detaljstudiet (2015), topografiske kart, flyfoto fra Statens kartverk, nedbørfeltdata fra NVE atlas. Det er i løpet av mai og juni foretatt oppmålinger med drone og det er tatt høyder i Svenskebekkens profil (Landmåler Martin Ruud AS) og nærområder (vedlegg 1 – 3). Det er laget kart over området som viser måledata og høydeforhold med koter 25 cm.

NIBIO har vurdert løsninger til flomoverløp i forhold til aktuell topografi. NIBIO har ikke anbefalt å modellere mulig flomeffekt da det er en omfattende jobb å fremskaffe gode vannføringsdata i det aktuelle området. En god høydemodell til dette formålet var ikke tilgjengelig ved prosjektets oppstart. Det er foretatt vurdering av alternative vannkilder til Svenskebekken for å lede vann til planlagt tiltak og hvordan dette kan påvirke vannkvaliteten.

Det er avholdt befaring med grunneiere 5. mai 2020 etter et foreløpig innspill til løsning. Tilbakemeldinger da og i etterkant er tatt inn i dette notat. Det er også holdt et møte samme dag med ansatte på Kjelle videregående skole hvor Stig Helge Basnes og Stig Pettersen har fremmet forslag til løsninger som inngår i notatet. Aurskog Høland kommune ved Ole-Christian Østreng har deltatt i prosjektgruppa og har bistått med underlag i form av kart og dialog med de som har foretatt supplerende høydemålinger.

## Resultater

### Nedbørsfeltet oppstrøms Kjelle

Nedbørsfeltet til Svenskebekken som i hovedsak er sammenfallende med nedbørsfeltet til planlagt tiltak utgjør ifølge NVE atlas 12,7 km<sup>2</sup> (vedlegg 4). Middellavrenning er estimert å være ca 180 l/s. Arealbruk er i hovedsak skogbruk (71%) og jordbruk (26%, i hovedsak korn). Jordtypen i jordbruksområdet er dominert av marin leire (25%), noe som også påvirker vannkvaliteten med transport av jordpartikler. Nedbørsfelt til Lierelva ved Kjelle (utenom Svenskebekken) utgjør 188 km<sup>2</sup> og har en middellavrenning på 2,6 m<sup>3</sup>/s (vedlegg 5). Arealbruken er prosentvis omtrent som



## NIBIO

for Svenskebekken. Flom i Lierelva (Hølandselva) kan påvirke det planlagte våtmarksområdet på Kjelle siden dette arealet grenser til elva.

Flyfoto i figur 1 viser at området i perioder preges av oversvømmelse uten at tilsvarende flom kan observeres på naboarealer. Områder på begge sider av Lierelva og langs Svenskebekken er imidlertid flomutsatt da fallet i området er svært begrenset og bekkeløpet har lite kapasitet til flomvannføring. Svenskebekken har et fall på ca 1 m på 1000 m oppstrøms Kjelle.



*Figur. 1 Naturlig oversvømmelse av Kjelle der oversvømte arealer danner grunnlag for arealer med periodisk oversvømte fuktenger og våtmark (Kilde: Statens kartverk, august 2016).*



*Figur 2. Kjelle-engene og Lierelva sett fra nord (1), panorama der Lierelva kommer fra vest mot Kjelle-engene (2) og panorama (fordreid motiv) der Svenskebekken møter kanal fra øst ovenfor skogen (3). Foto: Trond Mæhlum/NIBIO mai 2020.*



## Alternative vannkilder til Kjelle engene

Følgende muligheter er vurdert som vannkilder til planlagt våtmark:

1. Oppdemming av Svenskebekken med terskeldam og flomoverløp
2. Ny kanalisering av Svenskebekkens nedre del
3. Ny kanalisering for flomvannføring av Svenskebekken (flomløp)
4. Nytt Flomløp fra Lierelva nedstrøms Svenskebekken
5. Tilføre avrenning fra nordøst (området Rishaga og Hestehagen)
6. Tilrenning og grunnvannsoppkomme fra nedbørfelt øst for Kjelle-engene
7. Periodisk pumping av vann fra Lierelva

Flere av alternativene som 1, 3 og 4 inkluderer et overløp vanligvis i forbindelse med en oppdemming. Her blir valgene om det er vannføringen utenom flomvann som skal ledes til våtmark (alternativ 1 og 2), eller om det kun er flomvannet (alternativ 3 og 4).

Overløpet er kontrollseksjonen i flomløpet, og kan deles inn i to typer; faste overløp og manøvrerbare løp. Et fast overløp kan bestå av hele eller deler av dammen, eller være en separat konstruksjon. Overløp utformes fortrinnsvis eller standard overløpsprofil, som er beskrevet i NVE retningslinjer for flomløp. Kapasiteten til overløpet kan beregnes etter overløpsformelen:

$$Q = CLH^{3/2}$$

der:

$Q$  = Total kapasitet ( $m^3/s$ )

$C$  = Overløpskoeffisient ( $m^{1/2}/s$ )

$L$  = Effektiv lengde av overløpet (m)

$H$  = Dimensjonerende overløpshøyde (m)

Formelen viser at kapasiteten er direkte proporsjonal med lengden av overløpet. Dersom en ønsker lite oppstuvning oppstrøms kan denne lengden økes. NIBIO har ikke foretatt noen beregninger for dimensjonering, men diskuterer en mulig utforming prinsipielt nedenfor i noen av alternativene.

For vurdering av alternativer som grunnlag for vår anbefaling er følgende kort vurdert: hydrologisk effekt med effekt på planlagt våtmark og bekk, fordrøyning, vannkvalitet, økologisk konsekvens (spesielt for fisk på vandring), grunneieres syn der dette er kjent og kostnader for etablering og drift.



## Alternativ 1. Oppdemming av Svenskebekken med terskeldam og flomoverløp

Det ble først utredet mulighet for å en terskel dam i overgangen mellom Svenskebekken og Lierelva på grunnen til Kjelle/Fylkeskommunen som vist i figur 3 og 4. Her er det foreslått at Svenskebekken og øvrige dreiskanaler ledes til dam med overløp eller direkte til Kjelle våtmark. Dammen kan utformes som et grunt basseng eller utvidelse av Svenskebekken med en jorddam (figur 3) som har et langt flatt overløp der flomvannet går i overløp videre nedover Lierelva som i dag.

Normalvannføringen og det som ikke går i overløp ledes til Kjelle våtmark via en åpen kanal/rør gjennom jorddammen. I innløpet av denne kanalen kan en sette inn et regulerings-stengsel som regulerer tilførsel slik at det er mulig å redusere og eventuelt stenge helt tilførsel av vann. Da går alt vannet i overløp videre nedover Lierelva. En slik stengeordning kan lages i betong (figur 5), eller et rør med stengesluse.

På denne måten vil en hindre at flomvannet bygger opp et for høyt nivå på Kjelle våtmark og det blir heller ikke noe stor heving av nivået i eller oppstrøms reguleringsdammen siden det er et langt overløp hvor nivået ikke bygger seg opp ved flom.

Terskeldammen kan bygges som en stein/jord dam som plastres med tette jordmasser på innsiden (figur 3). Damhøyden skal maksimalt være 0,5 – 1 m. Det anlegges en langstrakt flat overløpsterskel på toppen (f eks et solid impregnert bord) og jorddammen plastres på utsiden med grov stein. Siden flomvannføring i Svenskebekken kan være flere m<sup>3</sup>/s trengs et langt flatt overløp for å unngå at vannet oppstaves, noe som vil skje i et mindre overløp. Nivået i dammen er slik at det ikke skal være noe vesentlig oppstuvning på arealer. Det betyr at den må ligge relativt lavt i terrenget og samtidig sikre tilstrekkelig fall til våtmark Kjelle.

Planlagt våtmarksområde kan avgrenses mot Lierelva/Svenskebekken og nord/sør med en lav jordvoll av lokale masser plastret med tett masser på innsiden mot våtmarka. Det gir mulighet for å heve vannstand noe i flom.

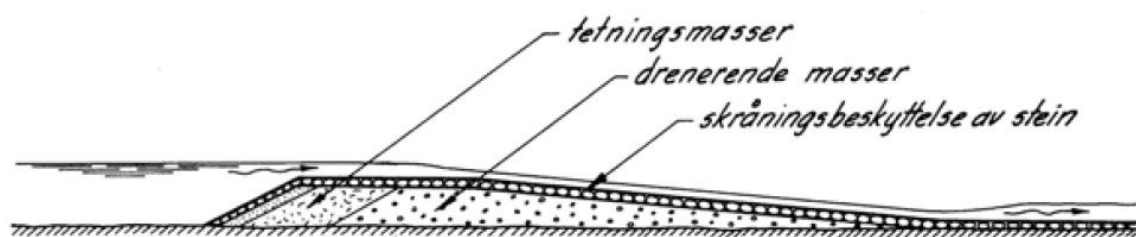


Fig. 3.6 Terskeldam av løsmasser.

Figur 3. Prinsippkisse for utforming av terskeldam (NVE).



Figur 4. Eksempel på utforming av terskeldam i Svenskebekken hvor flomvann ledes til Lierelva og øvrig vannføring leder til våtmark (prinsipp tegning for det ble foretatt høydemålinger og befaring)



Figur 5. Bilde av terskeldam med flatt overløp og plastring med grov stein



NIBIO



Figur 6. Eksempel på manøvrerbart flomløp i tilknytning til Akerselva, Oslo (Foto T. Mæhlum)

Fordeler: Tiltaket vil sikre en jevn vanntilførsel til Kjelle og av den grunn bidra til en forbedring av vannkvaliteten og en lokal fordrøyning som reduserer belastning på Lierelva.

Ulemper: Området er vesentlig flatere enn opprinnelig antatt. Selv en forsiktig oppdemming av Svenskebekken vil heve grunnvannsnivået og få konsekvenser for områder oppstrøms, blant annet det drenerte skogområdet i nordøst for dammen. Siden vannet i perioder har høy partikkeltransport vil en dam ha fungere som en fangdam der sedimenter legges igjen og etterhvert fyller deler av Svenskebekken, dammen og grøfter og derved ødelegger drenering på omkringliggende landbruksarealer. Grunneiere med god lokalkunnskap er negative til forslaget. En jorrdam (voll) vil også fungere som et fysisk hinder for fisk som lever i bekken.

Anbefaling: Det er så lite fall at dette vanskelig lar seg gjennomføre uten negative konsekvenser. Dette ble bekreftet med felles befarig i mai. Basert på forslaget ble det bestilt bedre kart og høydemålinger for å vurdere alternative løsninger. Tiltaket anbefales ikke gjennomført av NIBIO.



## Alternativ 2. Ny kanalisering av Svenskebekkens nedre del

Svenskebekken oppstrøms Kjelle følger i dag en oppgravd kanal nord – sør der det tidligere sannsynligvis har vært en meanderende elv. Bekken har et fall på ca 1 m på 1000 m. Alternativet omfatter en omlegging av nedre del av Svenskebekken. Ved å legge om løpet av ca 300 opp i kanalen (kote 123,5 vedlegg 2) og legge om løpet direkte mot Kjelle slik at dette krysser skogen vil det være mulig å lede vannføringen direkte til Kjelle våtmark, fortrinnsvis med et overløp og flomløp som følger den opprinnelige kanalen. En skisse nytt inntak og ny kanal er vist i figur 7.

Fordeler: Forslaget vil medføre at det kommer en stor andel vann hele året til våtmarken med varierende vannføring. Dette vil gi grunnlag for et variert landskapsbilde og biotop med ulike arter. Tiltaket forventes også å ha positiv effekt på vannkvaliteten på grunn av mye vann passerer tiltaket. Det vil bli mindre vann og oppstuvning av flomvann i den gamle kanalen.

Ulemper: Grunneiere antar at den opprinnelige kanalen kan slammes til med mindre vannføring og at det har konsekvenser for drenering som går ut i bekken. Ny kanal vil dessuten avskjære grøfter fra drenering av skogområdet og ligge noe høyere enn dagens skogsgrøfter. Det vil heve grunnvannet i skogen og ha negative konsekvenser for tilveksten. Det er også skepsis fra grunneiere om prosjektet på lang sikt vil dekke merkostnader med vedlikehold av gammel og ny kanal. Tiltaket antas å være kostbart og siden det er lite fall vil det kreve god kompetanse på graving av grøfta. Foreslått omlegging vil dessuten bli et vandringshinder for fisk som lever i vassdraget om det ikke tilrettelegges for dette spesielt.

Anbefaling: Det er så lite fall at dette vanskelig lar seg gjennomføre med et godt resultat. Dette ble bekreftet med felles befarings i mai og med nye kart og høydemålinger. Tiltaket anbefales ikke gjennomført av NIBIO.



Figur 7. Ny kanal for Svenskebekken gjennom skogen mot Kjelle engene

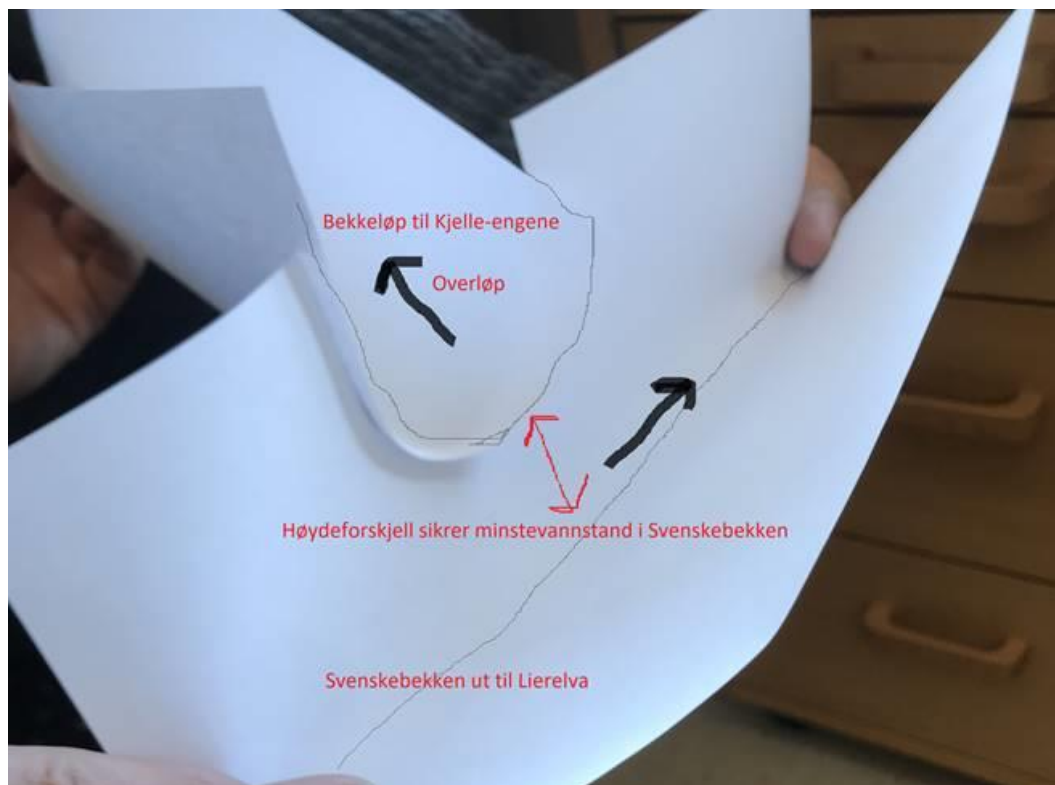


### Alternativ 3. Nytt flomløp for Svenskebekkens nedre del

Alternativ 3 er en moderat utgave av alternativ 2, men der det lages et flomløp som henter inn vann ved høy vannføring fra Svenskebekken ca 150 oppstrøms Lierelva (figur 8). Dette kan for eksempel gjøres ved kote 123,2 (vedlegg 2). Det lages en ny kanal herfra mot Kjelle. En prinsippskisse er vist i figur 9. Overløpet bør imidlertid utformes som et langstrakt overløp langs bredden for å sikre nok kapasitet.



Figur 8. Ny flomkanal fra Svenskebekken



Figur 9. Prinsippskisse for flomløp: Det etableres flomløp fra Svenskebekken ca 50 cm over bunn nivå av Svenskebekken (kote 123,2) som leder til Kjelle engene via en ca 100 m ny åpen kanal.



**Fordeler:** Tiltaket vil avlaste Svenskebekken under flom og tilføre vann under større flomepisoder når vannføringen stiger for eksempel 40-50 cm i Svenskebekken. Flomkanalen vil berøre et mindre område enn alternativ 2.

**Ulemper:** Ny kanal vil ligge relativt høyt i terrenget og da vesentlig høyere enn grøftene i skogområdet sørside. Det vil derfor bli en oppstuvning av drensvann i dette området på naboeiendom og mindre tilvekst. Dette kan motvirkes om flomløpet legges i rør fremfor åpen kanal. Siden fallet er svært lite og på grunn av friksjon i både rør (ca 100 m) og åpen kanal vil det skje en oppstuvning som reduserer gjennomstrømningen og det er usikkert å estimere vannføringen. Det er risiko for gjenslamming av rør og kanal med lite fall.

**Anbefaling:** Det er så lite fall at dette vanskelig lar seg gjennomføre med et godt resultat. Tiltaket anbefales ikke gjennomført av NIBIO.

#### Alternativ 4. Flomløp fra Lierelva nedstrøms Svenskebekken

Alternativ 4 baserer seg på alternativ 3 men der tiltaket legges på egen grunn og i tilknytning til Lierelva nedstrøms utløpet av Svenskebekken (figur 2 og 10). Det lages et flatt flomoverløp (for eksempel 5 m) på en kote omtrent på bakkenivå (uten vollen) langs Lierelva (f eks på kote 123,9), eller flere parallelle rør med stengeventil der vannet strømmer inn men ikke ut. Nivået forutsettes å ligge høyere enn normal vannstand i våtmarksanlegget slik at en sikrer et fall fra innløp til utløp. Tiltaket vil kun tilføre vann ved store vannføringer der nivået i Lierelva er minst 50 cm høyere enn normalvannstand. Det forventes skje noen ganger hver sesong. Tiltaket må derfor kombineres med øvrige alternativer 5 – 7.



Figur 10. Flomoverløp fra Lierelva, rør med lukkeventil

**Fordeler:** Tiltaket vil tilføre vann under større flomepisoder og avlaste Lierelva noe under flom. Det vil være positivt for fordrøyning og rensing da flomvannet normalt har høyt partikkelinnhold. Tiltaket forventes ikke ha negative innflytelse på naboeiendommer. Tiltaket er rimelig å etablere og kan etableres på egen grunn. Tiltaket vil ikke begrense fiskevandring.

**Ulemper:** Vann blir kun tilført våtmarken med store flommer. Det vil gi varierende og uforutsigbar vannstand i våtmarkene. Hekkebiotoper kan oversvømmes.

**Anbefaling:** Siden konsekvenser for naboer er svært begrenset og tiltaket er enkelt å etablere vil NIBIO anbefale dette tiltaket i kombinasjon med alternativer 5 – 7. Det må da utføres noen supplerende høydemålinger for å fastsette høyde på terskel i forhold til utløp av våtmarken. Det bør også være noen estimat på hvor ofte slike flomepisoder inntreffer.



## Alternativ 5. Tilførsel fra kanal i nordøst -området Rishaga og Hestehagen

Opprinnelig forslag presentert i 2015 la opp til en alternativ kanalisering av Svenskebekken langs eksisterende grøfter øst for skogområdet i nord for Kjelle engene (figur 11). Dette ble for kostbart og usikkert på grunn av fallforhold og lengre strekninger med rør. Dette alternativet omfatter nedre deler av samme traseen. Ved å samle opp avrenningen fra jordbruksteigene Rishaga og Hesthagen, som i dag kanaliseres til Svenskebekken via Rishagabekken og Lierelva, kan en få noe permanent tilførsel fra nedbørsfeltet. Kanalen ligger så høyt i terrenget at det er mulig å få nok fall mot Kjelle-engene. Det må imidlertid foretas noe grøfting for å sikre fall og gjentetting av innløpet til skogsgrøftene.



Figur 11. Rehabiliteret grøft for oppsamling av vann fra områder nord for Kjelle

Antatt nedbørsfelt vil være i størrelsesorden 0,5 km<sup>2</sup> og arealbruk er dominert av jordbruk. Forventet avrenning som kan ledes til Kjelle vil være i området 1-5 l/s.

**Fordeler:** Dette er en relativt enkel måte å få permanent vanntilførsel til Kjelle-engene. Vannet vil være preget av landbruksavrenning og tiltaket vil derfor ha en positiv effekt på vannkvaliteten. Det er nylig grøftet i området i den aktuelle kanalen. Berørte grunneiere har så langt vært positive til å vurdere tiltak i dette området. Tiltaket kan også gi bidrag fra Svenskebekken ved flom siden kanalen har forbindelse denne veien (minimalt fall).

**Ulemper:** Det er et under normale forhold et begrenset nedbørsfeltet i forhold til Svenskebekken og mindre vann enn det Kjelle våtmark har kapasitet til å håndtere.

**Anbefaling:** Tiltaket vil på en relativ enkel måte sikre jevn vanntilførsel til Kjelle våtmark og bidra til en bedring av vannkvaliteten fra dette området. Tiltaket anbefales gjennomført av NIBIO i kombinasjon med andre tiltak.



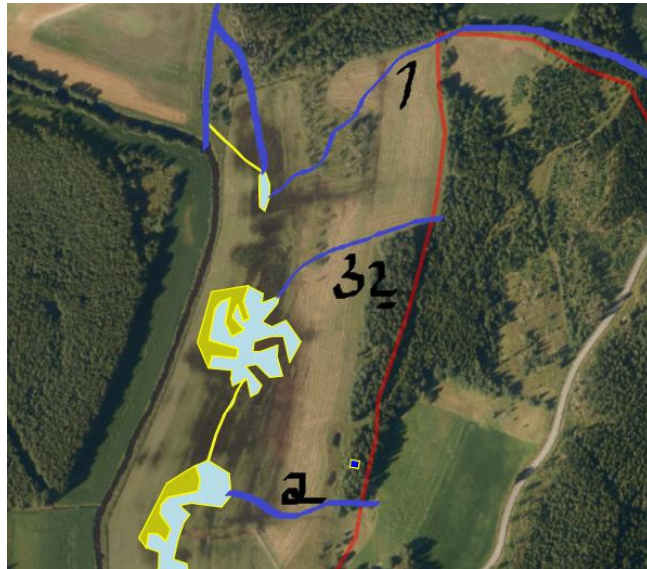
## Alternativ 6. Tilrenning og grunnvannsoppkomme fra nedbørfeltet øst for Kjelle-engene

Alternativ 6 omfatter oppsamling av vannforekomster innenfor Kjelle-Engenes eget nedbørfelt. Totalt nedbørfelt er kun 0,5 km<sup>2</sup> der Kjelle-Engene er en vesentlig del av nedbørfeltet. I nord er det en mindre bekk fra Rishagåsen som enkelt kan avskjøres og ledes inn til Kjelle. I følge ansatte på Kjelle VGS er det minst et grunnvannsoppkomme(ile) med helårs vannføring i kort avstand fra planlagt våtmarksområde (figur 12).

Fordeler: Lokale vannkilder utnyttes og inngår i tiltaket for å sikre en jevn vannføring.

Ulemper: Vannføringen er begrenset siden nedbørfeltet er relativt lite. Grunnvannsoppkomme kan imidlertid trekke vann fra et større nedbørfelt enn topografien tilsier, men dette er ikke undersøkt.

Anbefaling: Tiltaket vil på en relativ enkel måte sikre jevn vanntilførsel til Kjelle våtmark. Tiltaket anbefales gjennomført av NIBIO. Det må suppleres med andre tiltak.



Figur 12. Lokal bekk fra nordøst (1) og grunnvannsoppkomme som kan ledes til våtmark (1 og 2)

## Alternativ 7. Periodisk pumping av vann fra Lierelva

Som siste alternativ foreslå periodisk pumping av vann fra Lierelva ved inntaket til våtmark i nordøst. Dette som en løsning i spesielt tørre perioder for å sikre minimum vannføring og opprettholdelse av biotopen. Det er en løftehøyde på under 1 m så energikostnader er begrenset. Det er imidlertid ikke tilgang til strøm i umiddelbar nærhet. Det kan løses ved å bruke en traktorpumpe i påvente av en mer permanent løsning. Det er ikke foretatt noen beregning på hvor store vannmengder en slikpumpe kan og bør gi.

Fordeler: Pumping sikrer vann til våtmarken under spesielt tørre perioder. Det vil opprettholde en minimumsvannstand tiltaket og ha positiv effekt på vannkvaliteten som pumpes opp.

Ulemper: En permanent pumpestasjon krever tilførsel av strøm og har investerings- og driftskostnader. Pumping forbruker energi (el/diesel) og dette må vurderes mot samlet nytte.

Anbefaling: NIBIO forslår de øvrige anbefalte alternativer gjennomføres først og at det eventuelt benyttes traktorpumpe med utstyr som finnes på skolen dersom det oppstår ekstrem tørke og det er for lite vann i våtmarken. En permanent pumping kan utredes siden.



NIBIO

## Øvrige hydrologiske tiltak som sikrer nok vann

NIBIO foreslår et regulerbart utløp som gjør at en kan heve vannstanden for å fordrøye mer vann. Det er imidlertid lite å regulere på siden fallet mellom innløp og utløpet av Kjelle engene er minimalt. For å holde på vannet i planlagt våtmarksområde er det viktig at alle gamle landbruksdren er koblet fra og tettet igjen.

## Utforming av våtmark på Kjelle-engene

Det er viktig å sikre at våtmarksområdet og tilhørende kanaler har tilstrekkelig fall fra nord til utløp i sør. Siden det er lite fall her vil det skje oppstuvning. Voller mot Liebekken må ha tilstrekkelig høyde for å hindre overløp og erosjon ved oppstuvning. Her er det antagelig mulig å utvikle anlegget noe over tid nå en får erfaring med hvor vannet naturlig går siden det er så flatt.

Variierende vannhøyder vil være bra for å utvikle et variert plante og dyreliv. Fuktenger som periodisk oversvømmes er en naturtype som bør utvikles her. Noen deler av våtmarkene bør ha dypere partier for å sikre åpne vannspeil og akvatisk dyreliv.

Opprinnelige planer fra 2015 la opp til mye jordflytting på våtmarksområdet, noe som grunnundersøkelser (2019) ikke anbefaler. Alternativ til omfattende jordflytting er mindre tilrettelegginger ved å anlegge lave terskler av lokale masser og hvor en ikke benytter tunge anleggsmaskiner. Det er jo et område hvor det har vært brukt landbruksmaskiner i noen år så vi antar en kan bruke mindre gravmaskiner og foreta mindre jordflytting uten at det får konsekvenser for stabilitet.

Ved utforming og utgraving er det viktig å vurdere hydraulisk effektivitet, det vil si hvor stor del av vannvolumet som aktivt deltar i renseprosesser. Vannet velger korteste vei med minst motstand. En god hydraulisk utforming kan foretas ved å legge til rette bed hjelp av kanaler og jordvoller for vannveier som omfatter mest mulig av de berørte områdene. Lang oppholdstid for mest mulig av vannmassene som passerer tiltaket vil generelt gi bedre rensing. For optimal fordrøyning av flomvannet er det kun produkt av vått areal under flom og vanddybde som er avgjørende.

Flyfoto i figur 1 indikerer at det er lite som skal til av jordvoller for å øke vannspeilet i Kjelle våtmark. Ulempen ved å bruke voller for oppdemming er at det ikke blir så dype bassenger og at det da er en fare for raskere gjengroing. Beitedyr vil imidlertid motvirke gjengroing ved ferdsel og beiting av våtmarksplanter.



## Vurdering av renseeffekt i våtmark

Utredningen fra 2015 beskriver hvilke renseprosesser som kan forventes i en våtmarks som planlegges på Kjelle. Det er her spesielt fokus på fosfor og nitrogen som viktige parametere. Effekten på vannkvalitet har ofte nær sammenheng med vannets oppholdstid. Jo lengre oppholdstid der vannet får kontakt med planter, røtter og sediment og partikler rekker å sedimentere - jo bedre rensing. Det er derfor viktig å unngå å etablere våtmarksområder hvor det ikke er vann i bevegelse da disse i liten grad bidrar til rensing.

Fjerning av jordpartikler (leire og silt) med tilknyttet fosfor er spesielt koblet til oppholdstid. I løpet av timer og få døgn vil det kunne skje sedimentering. Nitrogenrensing krever vanligvis vesentlig lenger oppholdstid for reduksjon i våtmark, i størrelsesorden en eller flere uker for å oppnå en målbar renseeffekt. I dette anlegget vil det neppe være stor fjerning av nitrogen i forhold til det som transporteres i vassdraget, men det er vist at våtmarker effektivt kan bidra til omgjøring av oppløst nitrat til  $N_2$ -gass ved denitrifikasjon.

Foreslått tiltak har som mål å være en attraktiv biotop for fugler og i perioder beiteområder for husdyr. Begge deler vil bidra med utslipp av næringsstoffer, organisk materiale og patogene mikroorganismer. En våtmark har også stor evne til å holde tilbake slike stoffer og rense vannet. En kan også regulere dette bidraget ved å tilrettelegge for beiting lengst opp i våtmarkene eller kun i deler av vekstsesongen.

Vannkvaliteten ut av Kjelle våtmark kan forventes å være variabel gjennom året som følge av naturlige variasjoner i biologiske renseprosesser som styres av temperatur og tilførsel via fekalier som igjen er avhengig av årstid og hvor mye dyr som ferdes i området. Forventning om stor vannrensing kan derfor ikke være en vesentlig målsetting med tiltaket hele året.



NIBIO

## Konklusjon med anbefalinger

NIBIO mener det aktuelle området på Kjelle ligger svært godt til rette for å omgjøres til et større våtmarksområde. Kjelle-engene med nærhet til skoler og tettsted kan bli et viktig referanseområde for etablering av en ny multifunksjonell våtmark som bidrar til økt biologisk mangfold, vannrensing, fordrøyning, opplevelse og rekreasjon.

Prosjektet hadde i utgangspunktet ambisjoner om å bidra til en vesentlig forbedring av vannkvaliteten i Svenskebekken og vassdraget som leder til innsjøen Bjørkelangen som er svært forurenset. Siden området for tiltaket og oppstrøms er svært flatt og flomutsatt har denne utredningen vist at det er vanskelig å fange opp større mengder forurenset bekkevann som kan ledes inn i tiltaket med selvføll uten at dette får negative konsekvenser for naboeiendommer. Det er viktig for denne typen tiltak at berørte opplever at nytten er større enn ulempene.

NIBIO har utredet alternative metoder for å samle vann som i liten grad er til ulempe for naboeiendommer. Ulike løsninger har blitt vurdert og basert på vurdering av disse har NIBIO følgende anbefalinger til en kombinert løsning for å sikre nok vann til våtmarken:

- 1) samle vann fra nedbørsfeltet i nordøst (ca 0,5 km<sup>2</sup>)
- 2) samle mest mulig av vann fra Kjelle engenes eget nedbørsfelt i øst (ca 0,5 km<sup>2</sup>)
- 3) tilrettelegge for å ta inn flomvann fra Lierelva (ca 200 km<sup>2</sup>)
- 4) eventuelt pumpe vann fra Lierelva i korte perioder ved ekstrem tørke.

Vann fra lokale nedbørsfelt (ca 1 km<sup>2</sup>) som det er mulig å samle opp estimeres ut fra årsnedbør og arealbruk å ligge i området 2 – 10 l/s (årsmiddel ca 500 - 1000 m<sup>3</sup>/d inn til våtmark). Vannføringen blir derved mindre enn forutsatt opprinnelig, men likevel nok til å etablere store våtmarker som normalt ikke forventes å tørrlegges ved tørre perioder. I randsonen av våtmarks områdene der noen partier graves ut vil det kunne etableres store arealer av fuktenger på grunn av høyt grunnvann, flatt terreng og periodisk oversvømming.

De forslag som fremkommer og kombinasjonen av disse forventes å bidra til en forbedring av vannkvaliteten. Kjelle-engene skal tilrettelegges for økt fugleliv og periodisk beiting av husdyr. Begge deler kan bidra til redusert vannkvalitet på grunn av utslipp av fekalier direkte til vannet. Våtmarken vil ha en renseeffekt for dette, men vannkvaliteten vil variere gjennom året ut fra temperaturforhold og antall dyr som oppholder seg i området.

Det er også øvrige intensjoner som ikke er særlig berørt av at det kommer mindre vann enn forutsatt, som generelt økt biologisk mangfold, økt antall stedege fugler, økt innslag av fugler på trekk, økt antall amfibier og insekter, tilretteleggelse for friluftsliv og fysisk aktivitet for lokalsamfunnet, undervisningsopplegg for lokale barnehager og skoler. I Norge er det få slike periodisk flomutsatte områder som er restaurert tilbake til våtmarksområder i denne skala. NIBIO antar det vil være stor interesse for prosjektet og de erfaringer som oppnås.



NIBIO

## Litteratur

Lund S. med fl. 2015. Våtmarksområder ved Kjelle skole. Detaljstudie. Rapport utarbeidet av Entjærn Natur AB på oppdrag for Vannområdet Haldevassdraget.

## Vedlegg

Vedlegg 1. Google Earth som viser høydeforhold ut fra fargelegging basert på dronemålinger i mai 2020 (vedlegg 3)

Vedlegg 2. Målinger av høyder i og fallforhold Svenskebekken fra juni 2020.

Vedlegg 3. Kotekart basert på høydemålinger foretatt i juni 2020.

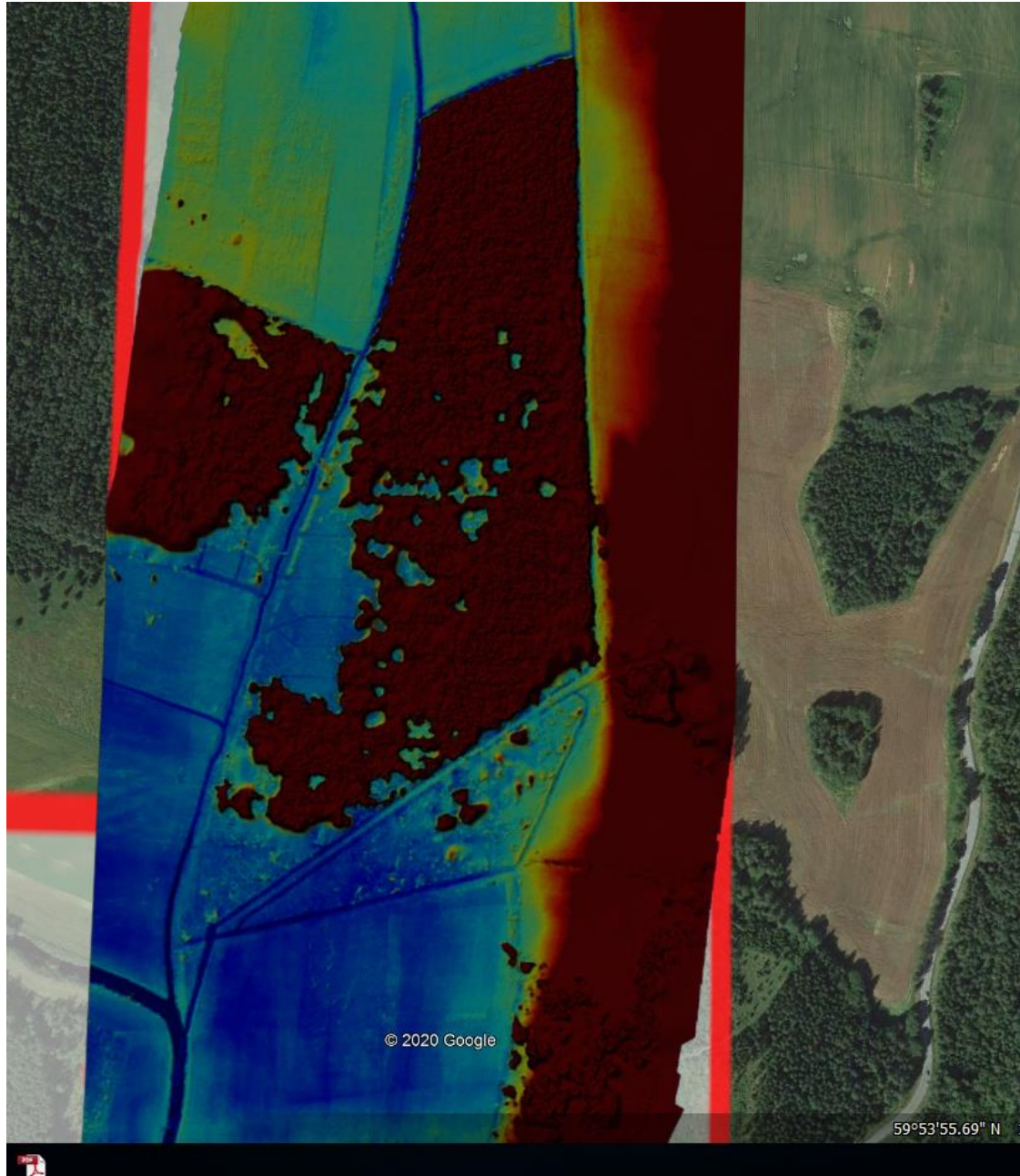
Vedlegg 4 og 5. Informasjon fra NVE atlas om nedbørsfeltet til Svenskebekken (1) og Lierelva med svenskebekken (2) oppstrøms Kjelle.



NIBIO

### Vedlegg 1. Google Earth som viser høydeforhold ut fra fargelegging basert på dronemålinger i mai 2020

Samme farge har samme høyde. Mørk bla viser dypere grøfter og kanaler.





## Vedlegg 2. Målinger av høyder i og fallforhold Svenskebekken fra juni 2020

Data fra Landmåler Martin Ruud AS

Nivåforskjell på Svenskebekken langs skogen i øst er ca 1 m. Merk at målinger på Kjellengene er tilfeldig plassert langs en linje og representerer dagens lavpunkt i terrenget hvor det er naturlig å anlegge en våtmark.





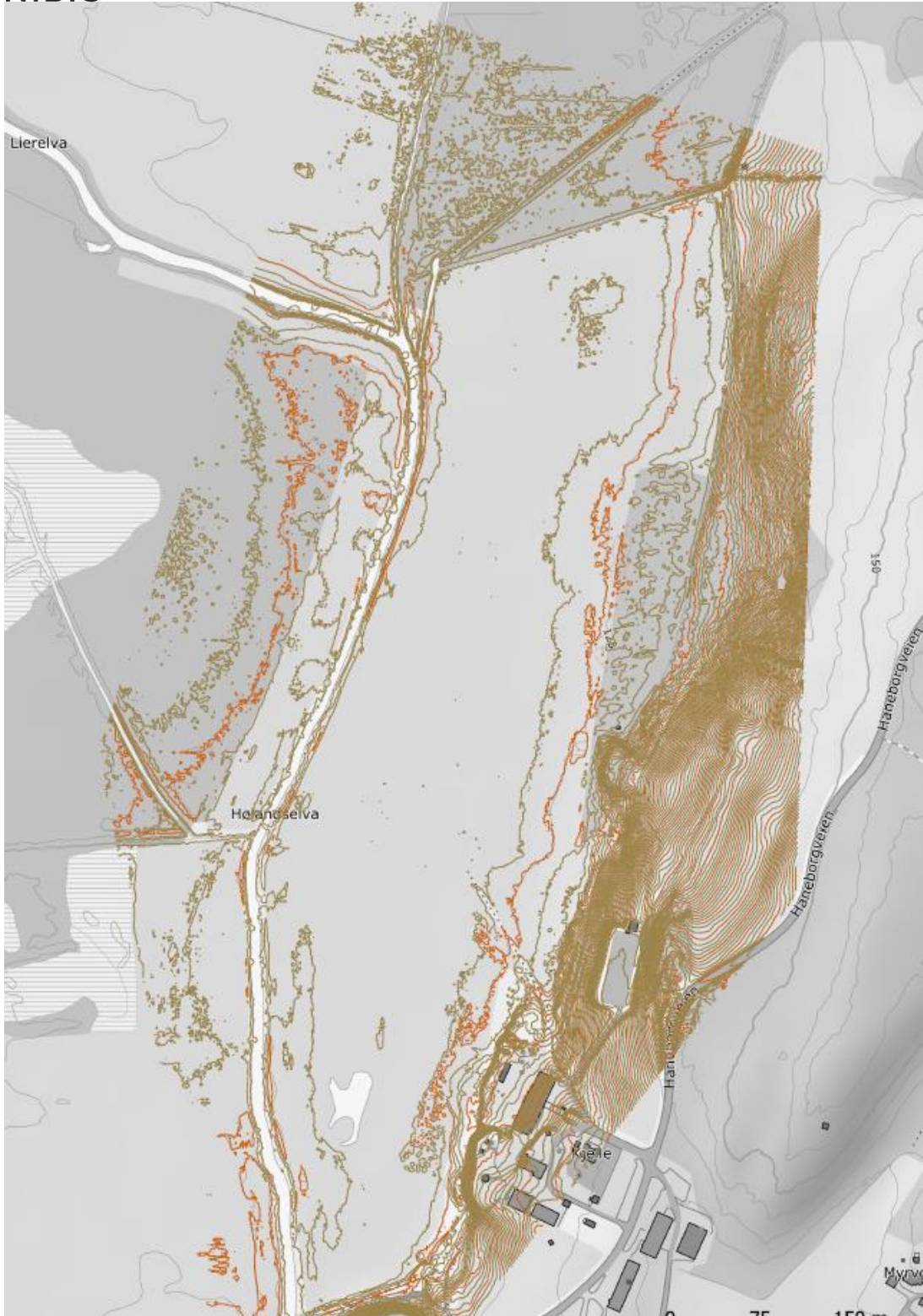
NIBIO

### **Vedlegg 3. Kotekart basert på høydemålinger foretatt i juni 2020**

Data fra Landmåler Martin Ruud AS. 25 cm mellom grå koter og 100 cm mellom røde. Datafiler er tilgjengelige for visning i QGIS program.

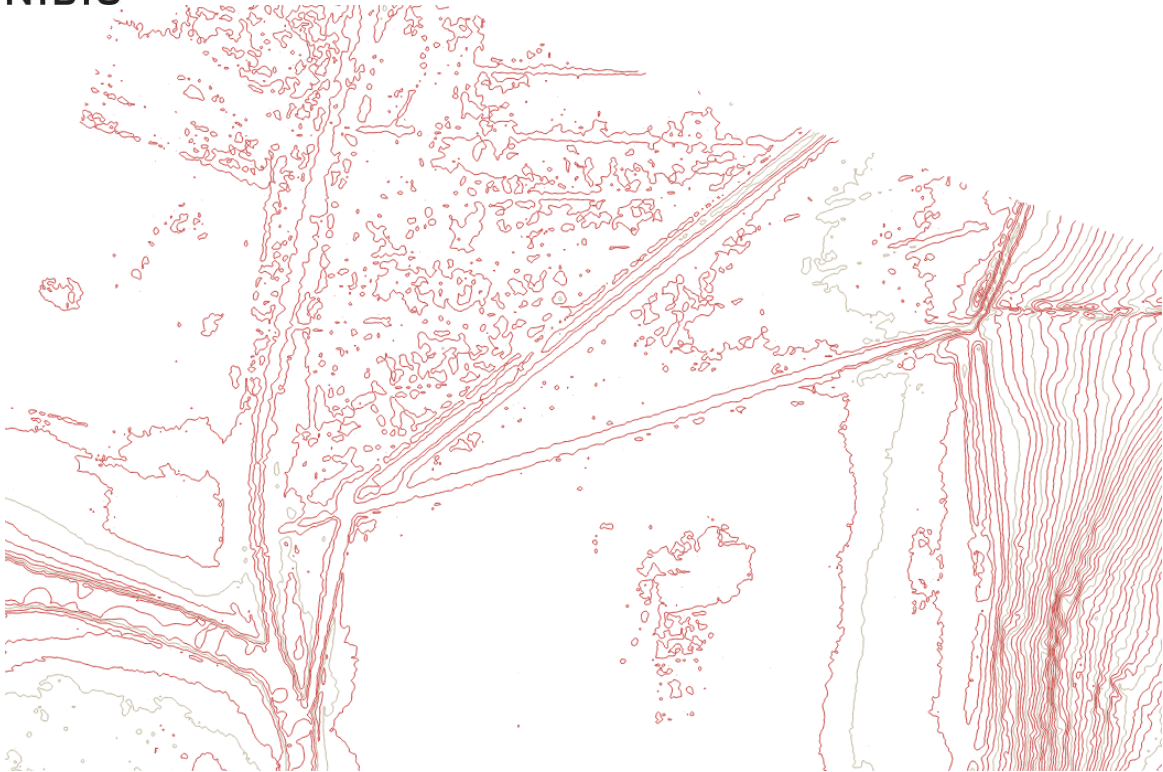


NIBIO

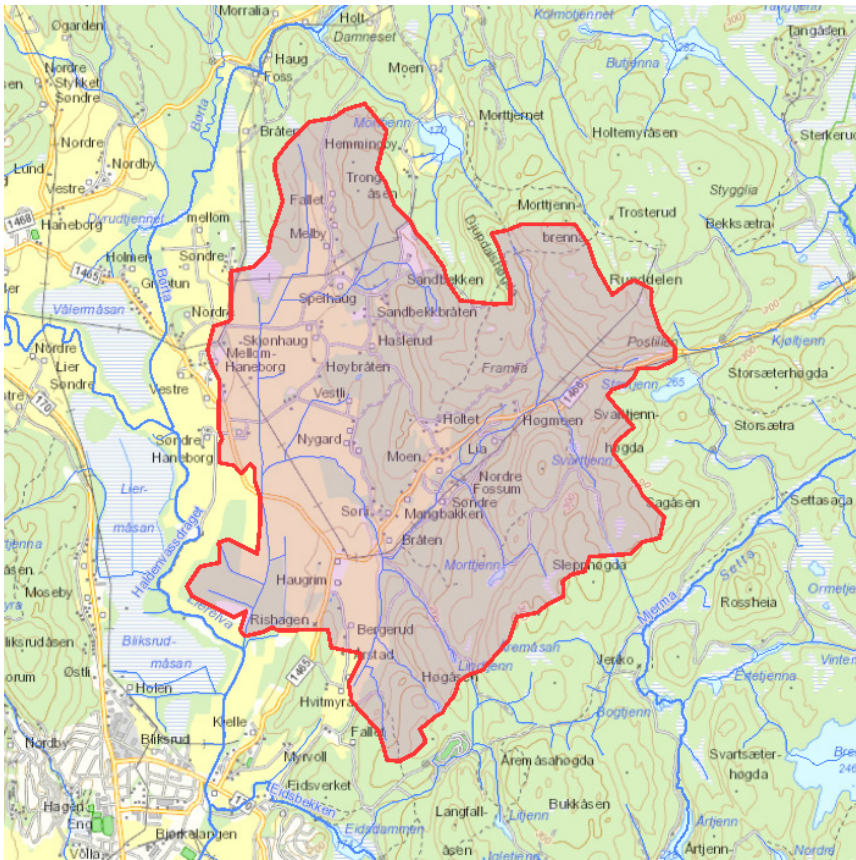




NIBIO



Detaljer fra området i nord hvor ny kanalisering av Svenskebekken var foreslått og som viser minimalt med fall i området langs Svenskebekken (25 cm mellom kotene).



Norges  
vassdrags- og  
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk  
Kartdatum: EUREF89 WGS84  
Projeksjon: UTM 33N  
Beregn.punkt: 308682 E  
6644929 N

Nedbørfeltgrenser og feltparametere er automatisk generert og kan inneholde feil.  
Resultatene må kvalitetssikres.

# Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 001.K12  
Kommune.: Aurskog-Høland  
Fylke.: Viken  
Vassdrag.: Haldenvassdraget

## Feltparametere

Areal (A)	12.7	km <sup>2</sup>
Effektiv sjø (A <sub>SE</sub> )	0	%
Elvleengde (E <sub>L</sub> )	6.5	km
Elvegradient (E <sub>G</sub> )	27.1	m/km
Elvegradient <sub>1085</sub> (E <sub>G,1085</sub> )	23.2	m/km
Helning	6.4	°
Dreneringstetthet (D <sub>T</sub> )	1.8	km <sup>-1</sup>
Feltlengde (F <sub>L</sub> )	4.5	km

## Arealklasse

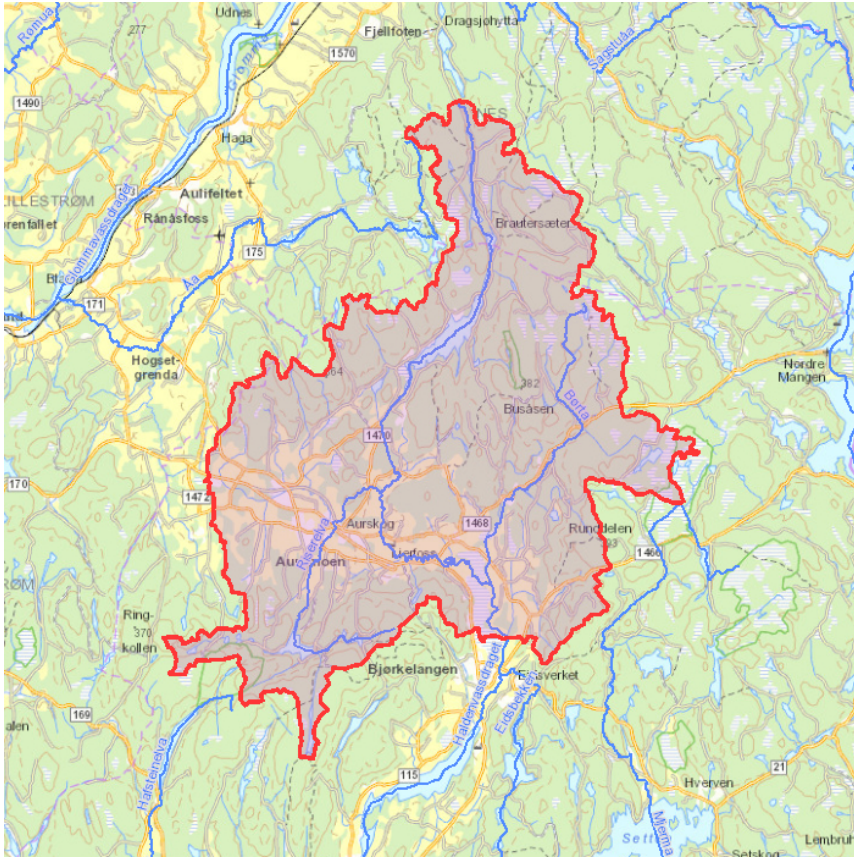
Bre (A <sub>BRE</sub> )	0	%
Dyrket mark (A <sub>JORD</sub> )	26.1	%
Myr (A <sub>MYR</sub> )	1.2	%
Leire (A <sub>LEIRE</sub> )	35.8	%
Skog (A <sub>SKOG</sub> )	70.5	%
Sjø (A <sub>SJO</sub> )	0.2	%
Snaufjell (A <sub>SF</sub> )	0	%
Urban (A <sub>U</sub> )	0.2	%
Uklassifisert areal (A <sub>REST</sub> )	1.9	%

## Hypsografisk kurve

Høyde <sub>MIN</sub>	126	m
Høyde <sub>10</sub>	133	m
Høyde <sub>20</sub>	138	m
Høyde <sub>30</sub>	145	m
Høyde <sub>40</sub>	159	m
Høyde <sub>50</sub>	185	m
Høyde <sub>60</sub>	207	m
Høyde <sub>70</sub>	231	m
Høyde <sub>80</sub>	267	m
Høyde <sub>90</sub>	295	m
Høyde <sub>MAX</sub>	382	m

## Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q <sub>N</sub> )	14.1	l/s*km <sup>2</sup>
Sommernedbør	372	mm
Vinternedbør	373	mm
Årstemperatur	3.7	°C
Sommertemperatur	11.8	°C
Vintertemperatur	-2.1	°C



Norges  
vassdrags- og  
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk  
Kartdatum: EUREF89 WGS84  
Projeksjon: UTM 33N  
Beregnpunkt: 308652 E  
6644788 N

Nedbørfeltgrenser og feltparametere er automatisk generert og kan inneholde feil.  
Resultatene må kvalitetssikres.

# Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 001.K2  
Kommune.: Aurskog-Høland  
Fylke.: Viken  
Vassdrag.: Haldenvassdraget

## Feltparametere

Areal (A)	201	km <sup>2</sup>
Effektiv sjø (A <sub>SE</sub> )	0.27	%
Elvleengde (E <sub>L</sub> )	30.7	km
Elvegradient (E <sub>G</sub> )	2.7	m/km
Elvegradient <sub>1085</sub> (E <sub>G,1085</sub> )	2.4	m/km
Helning	5.5	°
Dreneringstetthet (D <sub>T</sub> )	1.6	km <sup>-1</sup>
Feltlengde (F <sub>L</sub> )	19.3	km

## Arealklasse

Bre (A <sub>BRE</sub> )	0	%
Dyrket mark (A <sub>JORD</sub> )	15.4	%
Myr (A <sub>MYR</sub> )	5.0	%
Leire (A <sub>LEIRE</sub> )	26.0	%
Skog (A <sub>SKOG</sub> )	74.6	%
Sjø (A <sub>SJO</sub> )	2.7	%
Snaufjell (A <sub>SF</sub> )	0	%
Urban (A <sub>U</sub> )	0.8	%
Uklassifisert areal (A <sub>REST</sub> )	1.3	%

## Hypsografisk kurve

Høyde <sub>MIN</sub>	125	m
Høyde <sub>10</sub>	150	m
Høyde <sub>20</sub>	168	m
Høyde <sub>30</sub>	180	m
Høyde <sub>40</sub>	195	m
Høyde <sub>50</sub>	212	m
Høyde <sub>60</sub>	238	m
Høyde <sub>70</sub>	271	m
Høyde <sub>80</sub>	296	m
Høyde <sub>90</sub>	323	m
Høyde <sub>MAX</sub>	407	m

## Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q <sub>N</sub> )	14.2	l/s*km <sup>2</sup>
Sommernedbør	374	mm
Vinternedbør	371	mm
Årstemperatur	3.7	°C
Sommertemperatur	11.9	°C
Vintertemperatur	-2.1	°C