



Teknisk rapport

«Et system for å stille diagnose i forhold til om naturen
er syk eller ikke»

TBYG3021 Ingeniørfaglig systemtenkning

Gruppe 3

Amalie Bie Kaarud | Bendik Horn Hjørtland | Jenny Lee
Markus Myrvoll | Thea Kristine Brenn | Tor Arne Slind

Forord

Denne rapporten er et resultat av det prosjektgruppen har kommet frem til i faget Ingeniørfaglig Systemtenkning (TBYG3021). Prosjektgruppen består av seks bachelorstudenter fra byggingeniørutdanningen ved Institutt for Bygg- og Miljøteknikk, NTNU Trondheim. Gruppen er satt sammen av medlemmer med bakgrunn i Konstruksjonsteknikk, anleggsteknikk og husbyggingsteknikk, noe som gir god tverrfaglighet og ulike utgangspunkt i forhold til oppgaven.

Rapporten vi har utarbeidet i faget Ingeniørfaglig Systemtenkning er en teknisk rapport som tar utgangspunkt i å diagnostisere om Gangåsvatnet er friskt eller ikke. Målet med oppgaven er å lage en digital tvilling som blant annet omfavner arbeidspakkene isforhold og handlinger rundt is på vannet, slitasje, erosjon og forringelse av tilstand og formidling og utnyttelse. Vi har også sett på samspillet mellom klimaendringer, kraftproduksjon og bevaring av natur og arts mangfold.

Rapporten er skrevet våren 2021 av Jenny Lee, Markus Myrvoll, Amalie Bie Kaarud, Tor Arne Slind, Bendik Horn Hjørtland og Thea Kristine Brenn. Arbeidsgruppen har samarbeidet med ekstern oppdragsgiver Mathias Metlid, og vi vil takke for tilsendt materiale og godt samarbeid. Vi vil også rette en stor takk til emneansvarlig Jomar Tørset som har ledet oss gjennom oppgaven og vært en god støttespiller gjennom hele prosessen. Til slutt vil også takke alle andre parter som har bistått gruppen med informasjon

Innhold

Forord.....	2
1. Oppgavebeskrivelse	5
2. Sammendrag	6
3. Teknisk Rapport – Del 1	7
3.1 Introduksjon	7
3.2 Identifisering av kunders behov	8
3.3 Før-teknisk evaluering	10
3.3.1 Isforhold og handlinger rundt is på vannet	10
3.3.2 Slitasje.....	10
3.3.3 Erosjon og forringelse av tilstand	11
3.3.4 Digital tvilling for modellskalering.....	11
3.3.5 Formidling og utnyttelse	12
3.4 Strategisk planlegging.....	13
3.5 Lage konsept	17
4. Teknisk Rapport – Del 2	18
4.1 Innledning	18
4.2 Gangåsvatnet generelt	18
4.2.1 Fakta om vannet.....	21
4.2.2 Fiskebestand og dyrelivet.....	22
4.3 Lover og regler.....	24
4.4 Isforhold og handlinger rundt is på vannet	29
4.5 Utmattelsestesting/slitasje.....	31
4.6 Erosjon og forringelse av tilstand	34
4.6.1 Klimaendringer	34
4.6.2 Erosjon og skred	35
4.6.3 Magasinregulering	36
4.6.4 Vannkvalitet.....	39
4.6.5 Forurensning	42
4.7 Digital tvilling for modellskalering.....	44
4.7.1 Markedsundersøkelse angående parametere som bør inngå i digital løsning	44
4.7.2 Kartlegging over relevante parametere	45
4.7.3 Kartlegging over eksisterende løsninger.....	46
4.7.4 Dagens digitale løsninger for Gangåsvatnet:	48
4.7.4 Eksisterende digitale løsninger:	49

4.7.5 App.....	51
4.8 Formidling og utnyttelse	53
5.Kilder	56
6. Figurliste	60

1. Oppgavebeskrivelse

Som en del av faget ingeniørfaglig systemtenkning (TBYG3021) har gruppe 3 fått i oppgave å utarbeide en beskrivelse av et diagnosesystem som vil kunne fastslå tilstanden til naturen i og rundt Gangåsvatnet. Som utgangspunkt har vi fått tildelt fire arbeidspakker, som alle har forskjellig fokus. I hovedsak fokuseres det på systemer og tilstandsmodeller som vil kunne beskrive vannkvalitet, fiskebestand, erosjon, og isforhold sett over tid. Vi skal også drøfte muligheten for en digital tvilling, og hvordan denne eventuelt best kan settes i system.

Systemet skal være utformet på en fleksibel måte, slik at det kan overføres til bruk ved andre lignende vannsystem. Det skal også være tilpasset flere ulike aktører med ulike interesser.

Man skal på bakgrunn av resultatene fra diagnosesystemet kunne gjøre nødvendige tiltak for å bedre vannkvaliteten, samt kunne skille naturlige variasjoner, fra forandringer påvirket av menneskeskapte klimaendringer.

2. Sammendrag

Hovedformålet med rapporten skulle være å lage et system for å diagnostisere tilstanden til Gangåsvatnet. Området har i dag stor betydning for både naturvernforbundet, kraftprodusent og lokale. Gruppen har i rapporten identifisert flere parametere som vil ha innvirkning på miljøet i vannet. Disse parameterne ble så grundig gjennomgått og relevansen til disse ble så vurdert. Med utgangspunkt i Volues systemer skulle gruppen så prøve å lage en digital tvilling for å diagnostisere vannet. Etter hvert ble det klart at Volute ikke var interessert i en slik løsning da dette ikke inngikk i deres business-planer. Arbeidsgruppen ble så enige om at oppgaven kunne ta for seg nåværende digitale løsninger, hvordan disse fungerer og om de kunne tas i bruk for å utarbeide en digital tvilling for Gangåsvatnet.

Regulering av vannstand ble raskt pekt på som veldig viktig for både vannet og naturreservatet. Undersøkelser av lovverket som omhandler kraftverk og naturreservat viser at dette gjerne er et komplekst tema, og at det kan være vanskelig å få til endring i reguleringshøyde. Konklusjonen er likevel at tettere samarbeid blant interessentene rundt vannet vil være viktig.

Deretter så vi at det er mange faktorer som påvirker miljøet, blant annet forurensning, artssammensetning, erosjon og klima. Dette gjør det vanskelig å diagnostisere vannet, likevel tror vi åpenhet og innsikt i parameterne, gjerne ved hjelp av en digital tvilling, vil gi bedre oppfølging av vannet over tid. Dette gir et grunnlag for å optimalisere forholdet mellom miljø og kraftproduksjon, noe som er svært viktig ved mange norske innsjøer. Vi ser også et stort potensial for en slik løsning da vi stadig har større klimaforandringer på verdensbasis, og oppfølging vil være viktigere enn noen gang.

3. Teknisk Rapport – Del 1

3.1 Introduksjon

Teknisk rapport del 1 (kravspesifikasjon) er et resultat av delmål og innleveringer de fire første ukene av prosjektet. Denne perioden har det vært stort fokus på å innhente informasjon, samt utarbeide forslag til løsninger i henhold til oppgavens arbeidspakker. Perioden kan beskrives som “Fuzzy front end”, og verktøy som tankekart, evalueringsmatriser, kvalitetshus og spørreundersøkelser er benyttet for å beskrive de ulike interessentenes behov og ønsker for oppgaven. Utarbeidelsen av kravspesifikasjonen ender med et valgt konsept utfra milepælene fra uke 3 og uke 4.

Arbeidstittelen på prosjektet er “et system for å stille diagnose i forhold til om naturen er syk eller ikke”. Ved hjelp av tidligere oppgaver og tilgjengelige data for Gangåsvatnet ønsker gruppen å lage en digital tilstandsmodell for vannet med bakgrunn i digitale systemer fra Volue. I tillegg skal gruppen undersøke ulike forhold ved vannet som tidligere ikke er undersøkt.

3.2 Identifisering av kunders behov

Ved hjelp av metoden “4P’s and 4C’s” har gruppen analysert Volue og Gangåsvatnet fiskerlags behov og hva som ønskes oppnådd ved å gjennomføre dette prosjektet. Milepælen fra uke 3 beskriver dette.

Produkt

Et system for å stille diagnose i forhold til om naturen er syk eller ikke, med fokus på å lage en digital tilstandsmodell/overvåkningssystem. Produktet skal ta utgangspunkt i målbare og relevante parametere som for eksempel fiskebestanden/fiskekvaliteten, temperatur, isforhold, nedbør og reguleringshøyden.

Pris

Produktet laget for Volue skal være en fleksibel løsning som kan anvendes av ulike interessenter. Fiskerlaget, Orkland kommune, Bekk og strøm og naturvernforbundet kan være aktuelle interessenter, som alle kan benytte produktet som et verktøy for overvåkning. Kostnadene for prosjektet avhenger av hvilket konsept som utvikles og som viser seg å være mest hensiktsmessig både med tanke på kunden Volue og interessenter.

Plassering

Området rundt Gangåsvatnet er en svært gunstig plassering for et slikt produkt da vi har mange ulike interessenter og varierende utfordringer. Med varierende utfordringer menes E39 i umiddelbar nærhet, det faktum at Gangåsvatnet ligger i naturvernreservatet Svorkmyran og kraftverkene som har direkte tilknytning til vannet. Samtidig er det observert store forandringer fra år til år når det gjelder vannmengde i vannet, noe som gjør det enda mer aktuelt.

Promotion

Vårt produkt skal være et gjennomført og velfungerende produkt som lar seg enkelt benytte. I hovedsak skal vi tilfredsstille Volue. Et slikt system skal gjøre Volue attraktive på markedet og hjelpe interessentene med å opprettholde et friskt vann. I tillegg kan et slikt system utvides på sikt og være aktuelt for flere vann og interessenter.

Cost

Prisen på produktet bestemmes av markedsverdien. Dersom vi klarer å utvikle et produkt som kun er tilpasset en interessent ved ett vann vil verdien være lav. Dersom vi utvikler et produkt tilpasset flere interessenter tilkoblet ulike vann vil verdien øke. Likevel er det viktig å påpeke at interessenter som fiskerlag gjerne ikke har så stor økonomi som for eksempel kraftverkselskap.

Convenience

For at kunden Volue skal ønske å benytte vårt produkt er det viktig at det er i tråd med Volue andre produkter, samt at de ser en markedsverdi for produktet. Det er derfor viktig at vi tilrettelegger for at interessentene får være med å utvikle produktet. Dette skal vi gjøre gjennom tett dialog med de mulige interessentene.

Communication

Gjennom møter, mailkorrespondanser og eventuelt telefonsamtaler skal vi holde tett dialog med kunden. Volue og andre interessenter. Mathias Metlid er blant annet en person som er ansatt i Volue og engasjert i Gangåsvatnet fiskerlag, noe som gjør han til en svært aktuell kontaktperson for oss.

3.3 Før-teknisk evaluering

Ut ifra tankekart fra uke 4 har vi disse behov og løsningselementene.

3.3.1 Isforhold og handlinger rundt is på vannet

Regulering av islagte vann kan føre til utrygg is samt unødvendig erosjon i strandkanten.

Gangåsvatnet blir mye brukt til rekreasjon og isfiske på vinterstid. Det er derfor viktig at vannet reguleres/tappes i perioder hvor færrest mulig oppholder seg på isen, samtidig som det gir minst erosjon i strandkanten mot våren når isen smelter. Isfiske er også viktig med tanke på å regulere fiskebestanden som videre påvirker tilgang på mat samt kvaliteten på fisken. Global oppvarming kan også føre til et mildere og våtere klima i fremtiden. Dette gir slankere is som kan medføre at den er utrygg å oppholde seg på. Områder med utrygg is i perioder bør også merkes godt.

3.3.2 Slitasje

Gangåsvatnet er mye brukt til fiske, både sommer og vinter, og gruppen anser det som viktig å opprettholde en sunn fiskebestand. I tillegg er det registrert over 100 fuglearter rundt sumplandskapet ved vannet som kan være sårbare for menneskeskapte endringer. Det er derfor identifisert flere faktorer som kan gi slitasje på naturen i og rundt Gangåsvatnet:

- Forurensning fra naboer som E39, campingen og landbruk
- Over- eller underfiske
- Konkurransen mellom de ulike artene, hovedsakelig ørret/røye. I tillegg til eventuelle nye arter
- Dårlig regulering kan påvirke tilgang på gyte- og hekkeområde i kritiske perioder
- Perioder med flom/tørke

3.3.3 Erosjon og forringelse av tilstand

Arbeidsgruppen anser menneskeskapt erosjon i og rundt vannet som hovedproblem. Selv om også naturlig erosjon kan endre forutsetningene for artsmangfold og liv i og rundt vannet.

Menneskeinngrep som for eksempel reguleringshøyde kan påvirke erosjon med tanke på:

- Isforhold
- Utrasing
- Regulering ved flom og tørke
- Minstevannføring
- Erosjon som følge av andre byggeprosjekter

I tillegg vil klimaendringer som fører til økt nedbør, høyere årsmiddeltemperatur og mer ekstremvær som lengre tørke/nedbørsperioder være en utfordring.

3.3.4 Digital tvilling for modellskalering

Gruppen ønsker at en digital tvilling skal optimalisere forholdet mellom kraftproduksjon og naturens tilstand. En digital tvilling kan være veldig kompleks og ha mange ulike parametere. Arbeidsgruppen anser forhold som magasin høyde, vær, k-faktor og relevant informasjon om kraftproduksjon som viktige parametere. Kritiske perioder for gyting, hekking og andre hendelser i naturen bør også kartlegges med tanke på å få disse inn i en digital tilstandsmodell.

Det er også et ønske at Volue skal ha mulighet til å levere systemet til andre interessenter enn Gangåsvatnet. En utfordring vil være å få nok gode målinger for alle disse parameterne, uten at systemet blir for komplisert, dyrt og lite fleksibelt.

3.3.5 Formidling og utnyttelse

Miljødesign er en metode for å ta vare på dyr og natur samtidig som man produserer lønnsom fornybar energi. Dette er svært relevant i forhold til hvordan vi kan utnytte Gangåsvatnet på best mulig måte. Nøkkelen ligger i å finne en optimal løsning for både kraftselskapet og Gangåsvatnet fiskerlag, samt andre med interesser for miljøet i og rundt vannet. Først og fremst bør situasjonen kartlegges ved å samle inn nøkkeldata og forsøke å stille en diagnose for vannet. Deretter bør det gjøres tiltak i henhold til situasjonen. En god digital tvilling vil være avgjørende for kontinuerlig diagnostisering slik at man kan gjøre de riktige tiltakene. Reguleringshøyden ble nylig foreslått endret fra 3m til 0,5m. Endringen tredde ikke i kraft, men Bekk og Strøm påstår at de skal forsøke å holde magasinhøyden jevnt høy, innenfor 0,5m i kritiske perioder. Det er interessant å se på hvordan dette har påvirket samspillet mellom kraftproduksjon og naturens tilstand.

3.4 Strategisk planlegging

Ut ifra visjonen fra uke 3 og tankekart med oversikt over behov og løsningselementer i uke 4 må arbeidsgruppen ta valg i forhold til hva som er viktig for videre arbeid med prosjektet.

Arbeidsgruppen har dermed kommet frem til tre nøkkelpunkter:

1. **Digital tvilling** - En velfungerende digital tvilling vil gi et veldig godt grunnlag for å innhente data om hvordan de ulike faktorene påvirker miljøet. Det vil være avgjørende for maksimal formidling og utnyttelse av vannets ressurser, uten at det går på bekostning av bærekraft og miljø. En utfordring er å finne systemer hos Volue som enkelt kan videreutvikles til å innhente tilstrekkelig informasjon fra området uten at systemet blir for kostbart.

Arbeidsgruppen ønsker å se på disse utfordringene videre i prosjektet:

- Utvikling av app
Arbeidsgruppen ønsker å se på mulighet for utvikling av en app som kobles opp mot den digitale tvillingen. Appen skal hovedsakelig brukes av fiskere til å registrere antall fisk og k-faktor. I tillegg kan den ha en meldingsfunksjon for registrering av hendelser i og rundt vannet. Mulighet for varsel om dårlige isforhold, vannstand, kjøpe fiskekort?
- Design av app
Hvordan skal en slik app designes og hvorfor skal den være interessant for folk å bruke?
- Samarbeid med kraftprodusent
Undersøke muligheter for å innhente informasjon om reguleringshøyde og vannføring i Skjenaldelva
- Hvilke parametere bør inngå i en digital tvilling?

2. Forurensning og erosjon- Forurensning og erosjon kan påvirke miljøet i området ved å gi mindre næringsgrunnlag og forstyrre gyte og hekkeplasser. Dette forsterkes også av klimaendringer som fører til mer uforutsigbart og ekstremt vær. Det gir da slitasje på dyreliv og miljø i området. Ulike faktorer som gruppen ønsker å utforske videre er:

- Hvor mye påvirker forurensningen fra E39, landbruk og camping eller andre besøkende naturen i området?
- Vil tiltak som sedimentering og fordøyingsgrøfter ha effekt mot forurensning fra E39 og landbruket. Samt bidra mot ekstra forurensning ved ekstremvær?
- Er det sett effekt av forsøket på endring i reguleringshøyden med tanke på erosjon og tilgang på gyte/hekkeområder?
- Andre tiltak som kan forbedre forholdene
- Er det aktuelt å utføre vannprøver? Hvordan kan disse utføres?

3. Kartlegging av fiskebestand og andre arter – Det er tidligere utført prøvefiske.

Hvordan fiskebestanden har vært i tidligere år kan gi verdifull data med tanke på utvikling av den digitale modellen. Samt om det har vært tegn til slitasje på fiskebestanden. Det som blir viktig er å undersøke:

- Kan en app som kontinuerlig innhenter data om hvor mye det fiskes og kvalitet på fisken (k-faktor) være nyttig og er det interessant?
- Har det vært store endringer i vannet siden forrige prøvefiske og er det aktuelt å gjennomføre et nytt prøvefiske?
- Er det kartlagt hvilke andre arter som befinner seg i naturreservatet? Er det tegn på utfordringer for disse?

4. Lover og forskrifter – Gangåsvatnet rammes av en interessekonflikt der

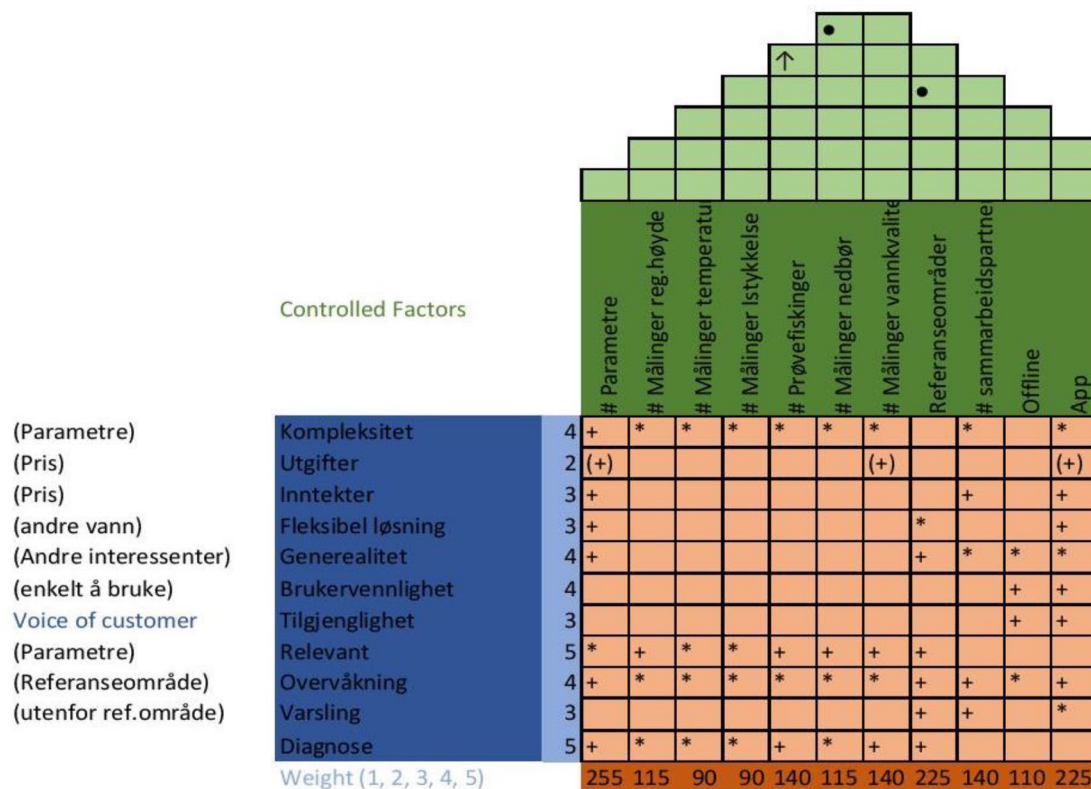
naturvernforbundet og kraftprodusent Bekk og Strøm har ulike ønsker for vannet. I den sammenheng er det viktig å undersøke:

- Hvilke lover gjelder i forhold til naturreservatet?
- Hvilke lover gjelder i forhold til kraftverkene?
- Hvordan er samspillet mellom disse lovene?
- Er det mulighet for endring av lovene?

Konsept og prosjektvalg

Ved valg av konsept må arbeidsgruppen evaluere de ulike løsningene ved hjelp av kjente metoder for å velge konsept. Da oppgaven allerede er ganske låst er det i hovedsak valg av hvordan gruppen ønsker å løse en digital tvilling som blir mest aktuelt. I tillegg bør gruppen velge hvordan fokuset skal rettes mot de ulike andre arbeidspakkene.

Arbeidsgruppen har i utredning av konseptvalg valgt å benytte seg av metoden “kvalitetshus”. Metoden hjelper gruppen til å identifisere hva kunden ønsker, og hvilke funksjoner produktet har. Essensen med kvalitetshus er å se viktigheten av de ulike funksjonene i sammenheng med hva kunden ønsker. Det vil da gi et godt innblikk i hvilke funksjoner det bør fokuseres på. I tillegg sees det på hvordan de ulike funksjonene påvirker hverandre, og hva konkurrerende produkter leverer. Arbeidsgruppen har begrenset kunnskap om konkurrerende like systemer, men har forsøkt å ta hensyn til nåværende løsning ved Gangåsvatnet og liknende systemer som måler enkeltparametere.



Figur 1: Kvalitetshus

Da arbeidsgruppen anser en digital tvilling som viktigst for å også oppnå gode løsninger på de andre arbeidspakkene omfatter kvalitetshuset i hovedsak hvordan vi ønsker å løse en digital tvilling. Det viktigste med prosjektet vil være å inkludere mange og relevante parametere. Hvorav prøvefiskinger og målinger av vannkvaliteten er de viktigste. I tillegg er det avgjørende å se på mulighetene for å benytte seg av referanseområder og det å lage en app for innhenting av data.

Toppen av kvalitetshuset ble ikke fullstendig gjennomført av gruppen. I stedet har gruppen valgt ut de faktorene gruppen mener har størst påvirkning på hverandre.

- App og prøvefiskinger
En velfungerende app med innrapportering vil begrense behovet for prøvefisking som er den viktigste enkeltparameteren sammen med vannkvalitet
- Antall parametere og samarbeid
Mange parametere vil gjøre det mer interessant for flere aktører og gi bedre data inn i systemet.
- Antall parametere og app
En app vil føre til mer mulighet for innrapportering og av flere parametere
- Referanseområder, antall parametere og samarbeidspartnere.
Gode målinger vil føre til at ulike områder på sikt kan sammenlignes mot hverandre, og optimalisere hvert enkelt område for alle samarbeidspartnere.

For å oppnå kravene som stilles i kvalitetshuset ønsker gruppen å se hvordan nåværende løsninger fungerer. Aktuelle systemer som Volue leverer omhandler i hovedsak overvåkning av vann og avløpsnett, og tilsigsberegninger i vannet. I tillegg har Volue en god meldingsløsning som kan implementeres. "GEMMS" er en annen løsning som kan være aktuell. Denne fokuserer likevel mest på selve vannkvaliteten i vannet. Og gruppen har inntrykk av at dette er en dyr og komplisert løsning i forhold til hva kunden ønsker. Nettopp her mener gruppen utfordringen ligger. Dagens systemer tar bare hensyn til et fåtall av faktorene som kan ha innvirkning på miljøet og kan være dyre. De er ofte lite dynamiske og har vanskelig for å stille en god diagnose av tilstanden til miljøet.

Arbeidsgruppen sendte også ut en spørreundersøkelse i midten av uke 5. Ved innlevering av forprosjekt er det ikke mottatt nok svar til å gjøre vurderinger ut ifra den. For mål og visjon, samt kundens behov er det gjort antakelser ut ifra tilgjengelig informasjon. For at spørreundersøkelsen skulle bli mest mulig relevant for bruk til videre arbeid mener arbeidsgruppen det var greit å vente til uke 5. Dersom svarene fra undersøkelsen skulle fravike mye fra gruppens antakelser bør det skrives avvik og revurderes om gruppen har valgt riktig konsept.

3.5 Lage konsept

Ved valg av konsept har arbeidsgruppen tatt utgangspunkt i oppgavebeskrivelsen, tilgjengelig informasjon, analysene og spørreundersøkelsen. Gjennomføringen av før-teknisk evaluering og strategisk planlegging har ført til at arbeidsgruppen har kommet frem til at det viktigste vil være å utarbeide hvordan en fleksibel og relevant digital tvilling skal fungere. For at det skal være mulig bør det gjøres en grundig kartlegging av eksisterende systemer, og innhente informasjon om hvilke systemer og parametere som er relevante for de ulike aktuelle aktørene. Gruppen er også interessert i hvordan klimaendringer kan føre til nye utfordringer i forhold til erosjon og forurensning. Spesielt fra landbruk og E39. Dette kan være nyttig med tanke på å se menneskeskapte utfordringer i området som kan føre til avvik i diagnosesystemet. I tillegg ønsker gruppen å undersøke om den nylige anbefalingen til reguleringshøyde i kritisk perioder har påvirket miljøet og kraftproduksjonen. Til slutt vil gruppen komme med forslag om enkle tiltak som kan bidra til å holde vannet og miljøet friskt.

4. Teknisk Rapport – Del 2

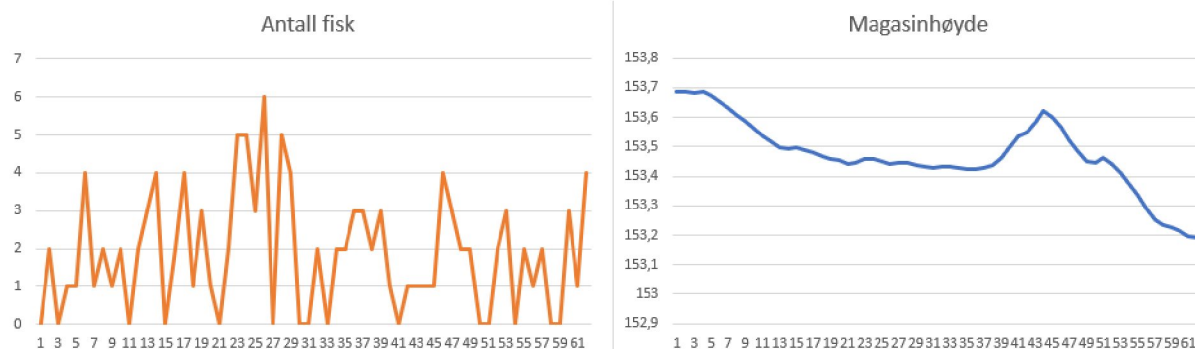
4.1 Innledning

I del 2 av den tekniske rapporten skal vi jobbe videre ut ifra kravspesifikasjonen fra del 1, og kartlegge relevante utfordringer og løsninger knyttet opp mot oppgavebeskrivelsen. Vi skal spesielt se på punktene beskrevet under 3.4 strategisk planlegging, og knytte disse opp mot markedets behovet. Arbeidsgruppen anser at hovedutfordringen er å lage en løsning med økonomisk gevinst, som er attraktiv for eksterne systemutviklere.

4.2 Gangåsvatnet generelt

Gangåsvatnet er en regulert innsjø som ligger 15km sørvest for Orkanger, i Orkland kommune i Trøndelag. Vannet er en del av Orklavassdraget, og har et nedbørsfelt på 140km². Vannet får tilsig fra to hovedkilder, Sogna i nord, og Svorka i sør. Foruten bruken som magasin for kraftproduksjon, brukes også Gangåsvatnet flittig som rekreasjonsområde, hovedsakelig for kommunens egne innbyggere.

Vannet har sitt utløp til Skjenaldelva, som renner østover i 16,0km før den møter Orkdalsfjorden ved Orkanger. Skjenaldelva er lakseførende, og har en god sjørretstamme, og området er også ansett som et viktig habitat for en rekke andre arter i regionen. Elva har per 2012 ikke konsesjonspålagt minste-vannføring, noe som fører til svært lav vannføring i perioder, noe som igjen kan påvirke fisken negativt. Under kuldeperioder på vinteren trekker gjerne anadrom fisk opp i ferskvann for lettere å kunne ta opp oksygen fra vannet. Det er gjerne under slike kalde perioder det er stor fare for at vassdrag bunnfryser, noe som kan få katastrofale følger for fiskestammen i vassdraget. Det er derfor viktig at slike vassdrag under slike perioder er sikret en minstevannføring. (Johnsen og Hvidsten 2004).



Figur 2: Antall fisk tatt i Skjenaldelva mellom 14 juni og 15 august, mot magasinhøyde i Gangåsvatnet i samme periode. Man kan ikke se noen sammenheng mellom antall fisk tatt i elva, og vannføring fra Gangåsvatnet, men man kan ikke utelukke dette da målingene har diverse feilkilder.

Vannet er hovedmagasin for to kraftverk, Skjenaldfoss kraftverk, og Sølbergfallet kraftverk, og har et sammenlagt magasinivolum på 17 millioner kubikk. Kraftproduksjonen startet på begynnelsen av 1900 tallet, og i dag er begge kraftverkene eid og driftet av kraftselskapet Bekk og strøm. Den årlige kraftproduksjonen fra Gangåsvatnet er per dags dato 28600Mwh, hvor kraftverket i Skjenaldfossen står for det meste av produksjonen, henholdsvis 27200 MWh (Bekk og strøm u.d.).



Figur 3 Utløpet av Gangåsvatnet, med Sølbergfallet kraftverk, og Skjenaldfossen kraftverk. (Temakart NVE)

Området rundt Gangåsvatnet preges av jordbruk, fritidseiendommer, samt infrastruktur.

Langs nordsiden av vannet går europavei 39, som er hovedferdselsåre mellom Trøndelag og Mørkekysten. Fylkesvei 714, eller «lakseveien» som den også omtales som, møter E39 like nord for Gangåsvatnet, så store deler av strekningen langs vannet trafikkeres også av store mengder tungtransport. Bare transporten av laks fra Hitra og Frøya er estimert til 120 trailere per døgn, noe som er med på å sette sitt preg på området rundt Gangåsvatnet.

I tilknytning til vannet ligger også Svorkmyran naturreservat. Naturreservatet dekker ett område på 830 dekar, og består stort sett av våtmarksområder. Området ble vernet i 1983, og skal sikre at myr, våtmarksområdet, fauna, og vegetasjon blir bevart. Området er også ett hekkeområde for flere vannfuglearter, og fungerer som ett hvilested for trekkfugler i perioder på våren og høsten. Området er sårbart, og er avhengig av en forutsigbar reguleringshøyde i spesielle perioder av året, da spesielt under hekketiden.

Gangåsvatnet er også et mye brukt fiskevann, og har et eget fiskerlag. Vannet har en god bestand av både ørret og røye, og er kjent som et godt fiskevann, både på sommeren, og på vinteren.

4.2.1 Fakta om vannet

Tall og fakta om Gangåsvatnet.

Gangåsvatnet	
Areal	5,49km ²
Volum	95,2mill kubikk
Årstilsig	152mill kubikk/år
Omkrets	20,7 km
Nedbørsfelt	139,4 km ²
Reguleringshøyde	150-153 moh
Snittdybde	17m
Maksdybde	38,2m
Vatnløpsnummer	963
Magasinnummer	258
Vassdragsnummer	121.1B4
Vassdragsområde	121
Nasjonal vanntype	L105b

4.2.2 Fiskebestand og dyrelivet

Både i og rundt Gangåsvatnet finnes det i dag et rikt dyreliv. I vannet finner man først og fremst ørret og røye. Samspillet mellom ørret og røye er både interessant og sensitivt for ytre påvirkninger.

Ørret på sin side er en aggressiv fisk som utkonkurrerer mange andre arter, som for eksempel røye. Den er dominerende og befinner seg langs land der det er grunt, næringsrikt og varmt. Utfordringen med å være en aggressiv fisk er at den bruker mye energi og dermed trenger mye mat. Ørretyngel vil hovedsakelig spise små byttedyr som dyreplankton og små insektlarver. Større ørret vil kunne spise større byttedyr som larver av døgnfluer, vårfluer og steinfluer. Snegler, små muslinger og krepsdyr som marflo er også vanlig. Når ørreten blir større enn 20-25cm kan den også spise annen fisk, noe som gir stort potensial for stor ørret.

Røye på den andre siden er en mer unnnvikende fisk som bruker mindre energi og dermed trenger mindre mat. Dersom den lever uten andre fiskearter til stede har den omtrent samme diett som ørret, men der hvor ørret og røye deler vann går den over til å spise mer dyreplankton og overflatedyr. I tillegg forflytter røyen lenger ned mot dypet av innsjøen, gjerne der det også er litt mørkt. (A.-M. Lien 2002)

Som nevnt er marflo en viktig næringskilde for både røye og ørret. Marflo er et lite krepsdyr som lever i ferskvann og som gir rødfargen på fiskens kjøtt. I tillegg er den svært ømfintlig for pH og andre miljøfaktorer, noe som gjør at den forsvinner på et tidlig stadium i en forbrenningsprosess. Dette gjør marflo til en indikator for vannkvalitet. (A. M. Lien 2002)

I tillegg til fisk finnes det også et rikt dyreliv rundt Gangåsvatnet, og spesielt ved Svorkmyran naturreservat som ble fredet i 1983. Svorkmyran fungerer først og fremst som hvileplass i trekk-tidene, hekkeplass og beiteplass for fugleartene som hekker i eller omkring området. Av de 100 artene som er registrert er ca. 40 arter er vannfuglarter og 26 av disse ble registrert som hekkende eller sannsynlig hekkende i 1990. Storlom, trane, ender og vadefugler som brushane er eksempler på hekkende vannfugler. I tillegg ble det i 1983 også observert et sildemåsepar som hekket på myrene. Dette er svært sjeldent og trolig det eneste registrerte tilfellet av innlandshekking av denne arten i Trøndelag. Smålom, horndykker, sangsvane, stjertand, heilo og fiskeørn er noen av de observerte artene i trekketidene. (Brox 2008)

Pattedyr som elg, hjort og rådyr er også å finne i området. I tillegg er det observert mindre dyr som rødrev, grevling, ekorn, hare, mink, mår, røyskatt og salamander, frosk, firfirsle og huggorm som vi ofte ser ute i naturen i Norge. Til slutt er det også observert bever i området, et dyr som i stor grad påvirkes av samspillet mellom naturkrefter og kraftverkene. (Brox 2008)

Svorkmyran naturreservat består av flere typer myr, både fattige nedbørsmyrer og rikmyrer. Rikmyrer får næring gjennom tilsig fra terrenget omkring og har derfor et rikt planteliv sammenliknet med fattige nedbørsmyrer. Jåblom, bjønnbrodd, klubbestarr, gulstarr, blystarr, vierstarr og kvitmyrak er eksempler på rikmyrsplanter. Klokkeling, pors, rome, grønnstarr og ryllsiv er eksempler på kystplanter som man finner ellers i området. Større varierte lavlandsmyrer som er upåvirket av tekniske inngrep i bunn av daler er sjeldne i Trøndelag og gjør Svorkmyran til det rikeste innlands våtmarksområde i kommunen. (Brox 2008)

4.3 Lover og regler

Gangåsvatnet er som tidligere nevnt i nær tilknytting til både naturreservatet Svorkmyran og kraftverkene Sølbergfallet og Skjenaldfoss. Naturvernforbundet ønsker stabile forhold rundt vannet og minst mulig menneskelige påvirkninger, mens Bekk og Strøm AS som driver kraftverkene ønsker på sin side å produsere så mye strøm som overhodet mulig. Dette har ført til interessekonflikter hvor lover og regler legges til grunnlag for dagens drift.

Kraftprodusenten Bekk og Strøm har et viktig regelverk å forholde seg til. Dette er konsesjonen som ble gitt 15. desember 1922 til regulering av Gangåsvatnet ved den kongelige resolusjon. Det ble bestemt at reguleringshøyden er 3 meter og det skal reguleres mellom kote 151.91 og 154.91. (Løkeland 2018)

Naturreservatet Svorkmyran på sin side har en rik vannfuglfauna og spesiell vegetasjon. Området benyttes av 100 arter og vurderes til nasjonal/regional interesse ut ifra botaniske kriterier. Den 23. Desember 1983 ble Svorkmyran vernet av miljøverndepartementet og fikk det offisielle navnet Svorkmyran naturreservat. Formålet med verningen var «Å sikre et vakkert og spesielt våtmarksområde intakt med en rik vannfuglfauna og spesiell vegetasjon». Når en verner et slikt område påløper det verneforskrifter som må holdes, dette kommer vi tilbake til. (Miljødirektoratet u.d.) Både planter, fugler, fisk og pattedyr er beskyttet av lover og regler for det vernede naturreservatet Svorkmyran.

I løpet av sommeren 2018 ble Gangåsvatnet tappet ned kraftig. Dette var et resultat av en varm sommer og for store utslipp av kraftselskapene i forkant. Konsekvensen av dette var blant annet at en beverhytte ble tørrlagt. Dette skapte store reaksjoner blant Stokkhaugen hytteforening, Gangåsvatnet fiskerlag og naturvernforbundet og de endte derfor opp med å sende søknad om revisjon av reguleringsvilkårene i Gangåsvatnet og Skjenaldelva. NVE, Norges vassdrag- og energidirektorat startet saksbehandlingen høsten 2018. (Naturvernforbundet 2018)

Forskriften om fredning for Svorkmyran naturreservat inneholder en rekke bestemmelser. Under avsnitt III og IV i lovverket gjelder følgende bestemmelser:

III.

Formålet med fredningen er å bevare et viktig våtmarksområde med tilhørende plantesamfunn, fugleliv og annet dyreliv som naturlig er knyttet til området, og å verne om et spesielt rikt og interessant fugleliv.

IV.

For reservatet gjelder følgende bestemmelser:

1. All vegetasjon i vann og på land er fredet mot enhver form for skade og ødeleggelse, jf dog pkt V og VI.

Nye plantearter må ikke innføres.

2. Alt vilt, herunder deres bo, er fredet mot enhver form for skade, ødeleggelse og unødig forstyrrelse, jf viltlovens § 3. Jakt, fangst, bruk av skytevåpen, samt slipp av hund er forbudt, jf dog pkt. 6-7.

Utsetting av vilt er ikke tillatt.

For øvrig gjelder viltlovens bestemmelser og forskrifter.

3. Det må ikke iverksettes tiltak som kan endre de naturgitte forhold, som f.eks. oppføring av bygninger, anlegg og faste innretninger, framføring av nye luftledninger, jordkabler og kloakkledninger, bygging av veier, nydyrking, drenering og annen form for tørrlegging, uttak, oppfylling, planering og lagring av masse, ny utføring av kloakk eller andre konsentrerte forurensningstilførsler, henleggelse av avfall, gjødsling og bruk av kjemiske bekjempingsmidler. Opplistingen er ikke uttømmende.

4. Motorisert ferdsel er forbudt (herunder gjelder også bruk av modellbåter og modellfly).

Camping, teltslagning og oppsetting av kamuflasjeinnretninger for fotografering er forbudt.

(Lovdata u.d.)

Forskriftene gjenspeiler strenge bestemmelser i punkt IV som skal bidra til at formålet i III opprettholdes. Blant annet blir det beskrevet i underpunkt 1. og 2. at all vegetasjon i vann og land, samt alt vilt og deres bo er fredet mot enhver form for skade. I tillegg er det beskrevet i underpunkt 3. at det ikke skal iverksettes tiltak som kan endre de naturgitte forhold, som f.eks. drenering eller annen form for tørrlegging, uttak osv. Når dette er sagt, kan man da spørre seg hvordan kraftverket Bekk og Strøm kan ha en reguleringshøyde på 3 meter.

Kraftselskapet på sin side forholder seg til sine lover og regler. Kraftselskap, også kalt regulant eller konsesjonær forholder seg til en konsesjon som dokumenterer hvilke rettigheter og plikter en konsesjonær har for det aktuelle vassdraget. Konsesjonen inneholder blant annet informasjon som HRV (høyeste regulerte vannstand), LRV (laveste regulerte vannstand), hvilke vannstander de er pålagt å holde gjennom året, minstevannføring til vassdraget etc. Den kan også inneholde spesifikk informasjon om miljøhensyn som må vernes om, som blant annet elvemuslinger, laksevandring og hekkende fugler som er et tilfelle ved Gangåsvatnet.

I de områdene hvor anleggene er såkalt konsesjonsfrie har man i utgangspunktet ingen krav til å gjøre noe annet enn å holde seg innenfor HRV og LRV hvis dette er etablert. Men det kan da foreligge lokale avtaler eller selvpålagte instruksjoner som sier noe om hvordan man skal styre magasinene for å ivareta lokale interessenter og miljø på best mulig måte.

Først og fremst må kraftselskapet Bekk og Strøm overholde bestemmelsene som ble gitt i konsesjon til regulering av Gangåsvatnet ved den kongelige resolusjon i 1922. Konsesjonen ble gitt med hjemmel i paragraf 25 jfr. 29 i Lov om vassdragenes benyttelse mv. av 7.juli 1887. (NVE 2018) Denne loven ble opphevet av vassdragsloven 15.03.1940 som igjen ble opphevet 01.01.2001 og vi kjenner den i dag som Lov om vassdrag og grunnvann (vannressursloven). (Lovdata 2018)

Under paragraf 28. (omgjøring av konsesjoner) finner vi følgende informasjon:

§ 28.(omgjøring av konsesjoner)

I særlige tilfeller kan vassdragsmyndigheten oppheve eller endre vilkår eller sette nye vilkår av hensyn til allmenne eller private interesser. Det skal tas hensyn til det tap som en endring vil påføre konsesjonshaveren og de fordeler og ulemper som endringen for øvrig vil medføre. Bestemmelsen gjelder ikke for tiltak som er behandlet etter vassdragsreguleringsloven. (Lovdata 2018)

Omgjøring av konsesjon etter vannressursloven 01.01.2001 etter § 28. (omgjøring av konsesjoner) gjelder ikke for konsesjoner som er behandlet etter vassdragsreguleringsloven 14.12.1917. (Lovdata 2018) Konsesjonen for Gangåsvatnet er ikke behandlet etter vassdragsreguleringsloven, og kan da endres. Men hvis den skal endres må det være av hensyn til allmenne eller private interesser, i tillegg skal det tas hensyn til om endringen vil medføre tap eller ulempe for konsesjonshaveren. Av den grunn må de allmenne interessene være tungtveiende.

I praksis vil dette bety at en endring av konsesjonen gitt i 1922 og da en endring i reguleringshøyden er svært lite sannsynlig, da dette vil være til ulempe for kraftselskapet, og den allmenne interessen trolig ikke vil være stor nok.

Dokumentasjon fra den tidligere nevnte konsesjonssaken opprettet i 2018 viser at det ikke er grunnlag for endring av reguleringshøyde. Likevel har kraftselskapet sagt seg villig til å heve nivået om sommeren til mellom 152,5 –153 m. Dette skal gi økt miljøgevinst og bedre forhold for brukerne, og kun en liten endring ut fra historikk. Endringen ligger også godt innenfor manøvreringsreglementet. Miljøgevinstene skal dreie seg om bedre beite for fisk, hekkende fugler og bedre forhold for beverhytter og bever. (Bekk og Strøm AS 2019)

Uavhengig av dagens reguleringshøyde må likevel kraftselskapet Bekk og Strøm forholde seg til lover og regler. Vannressursloven 01.01.2001 er den generelle loven om vassdragene, med bestemmelser for alle som skal iverksette tiltak som berører vassdrag eller grunnvann.

Lovens hovedformål er «å sikre en samfunnsmessig forsvarlig bruk og forvaltning av vassdrag og grunnvann». (Naturvernforbundet u.d.) I tillegg må kraftverket følge vassdragsreguleringsloven 14.12.1917, den gjelder for alle vassdragstiltak som har til formål å endre vassdragets vannføring. Loven gjelder ved siden av vannressursloven og inneholder regler om konsesjonsbehandling, dette kan for eksempel være om økning, hjemfall, konsesjonsavgifter, konsesjonsvilkår, revisjon av vilkår og ekspropriasjon. (lvk u.d.)

4.4 Isforhold og handlinger rundt is på vannet

Klimaet påvirker forholdene rundt en innsjø både indirekte og direkte. For eksempel så vil vanntemperaturen og isdekke være direkte påvirket av klimaet, mens vegetasjon og avrenning av næringsstoffer vil bli indirekte påvirket av klimaet. Klimaet er i stadig endring og ifølge metrologisk institutt har vi en dokumentert økning i både temperatur og nedbør de siste årene. Økte temperaturer medfører at luften kan holde på mer vann, som igjen medfører kraftigere nedbør. De melder også videre økning i årene som kommer. (Meterologisk Institutt 2017)

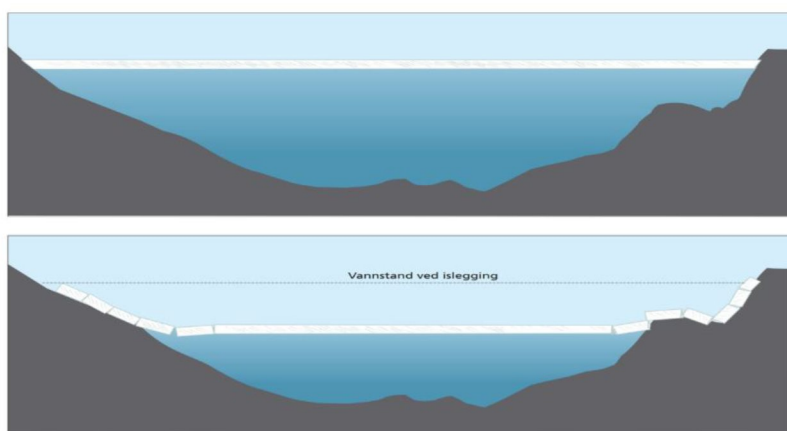
Økt temperatur og nedbør medfører også økt vegetasjon og avrenning av organisk karbon. Karbon er brunt og hindrer lysgjennomtrengning i vann. Studier utført av NINA viser at lave konsentrasjoner av karbon har en positiv effekt på fiskeproduksjonen, men dersom det blir for mye karbon kan det medføre negativ effekt for fiskeproduksjonen. Hvor gunstig eller ugunstig konsentrasjonen av karbon er avhenger av dybden på innsjøen. (NINA 2016)

På bunnen av en innsjø befinner det seg noe vi kaller primærprodusenter. Dette er alger, vannmose, vannplanter og planktonalger som bygger opp organisk materiale ved hjelp av næringssalter og sollys. Dette er føde til bunnlevende dyr som dyreplankton, insektslarver, fluer, snegler, muslinger, krepsdyr, innsekter og andre overflatedyr som ørreten og røya i vannet livnærer seg på. Mangel på sollys vil derfor hindre primærprodusentene noe som igjen vil gi mindre bunnlevende dyr som igjen resultere i mindre mat til fiskebestanden. Mindre mat til fiskebestanden vil skape stor konkurranse mellom ørret og røye som er de to hovedartene som finnes i Gangåsvatnet. (A.-M. Lien 2002)

Isdannelsen på vinterhalvåret er som sagt direkte påvirket av klimaendringene vi nå står ovenfor. Isdannelsen påvirkes i veldig stor grad av vannsirkulasjonen i innsjøen, som igjen er påvirket av bølger og vertikale strømninger. Bølger skapes av sterk vind og vindkast, mens vertikale strømninger skapes av tetthetsforskjeller i vannet. Vann har størst tetthet ved 4 grader celsius. Ved 8 og 0 grader celsius har vannet lik tetthet, men noe lavere enn ved 4 grader celsius. Is skapes ved 0 grader celsius, og siden fryst vann har lavere tetthet enn rennende vann vil isen legge seg øverst. (Asvall 2010)

De største endringene i vanntemperaturforholdene skyldes at vannet tappes fra dypet i magasinene og endringer i vannføringen. Dette gir varierende forhold og gjør det vanskelig å danne et stabilt isdekke over en kort periode. Grunnen til at prosessen hvor isdekket blir etablert bør være kort er for å unngå dannelse av sarr og bunnis. Sarr er svampaktig, vannholdig ismasse som flyter i vannet eller som har samlet seg under et isdekke. (Store norske leksikon 2017) Bunnis er is som dannes langs bunnen ved rennende vann. Dette skjer fordi vannet er kaldt nok til å fryse, men har for stor strømhastighet. (Store norske leksikon 2017) Grunnen til at vi ikke ønsker sarr og bunnis er fordi dette har en negativ effekt på erosjon, altså økt erosjon. Høye strømningshastigheter er spesielt aktuelt ved elveoset. Andre faktorer som er med på å påvirke isforholdene er reguleringshøyden, drift-vannføringen gjennom kraftstasjonene og manøvreringen av kraftstasjonene. Isdannelsen og tykkelsen er ikke bare viktig for dyrelivet rundt og i Gangåsvatnet. Den er også viktig for befolkningen i området og turister som benytter vannet til isfiske på vintertid. Uten trygg is kan man ikke isfiske. (Asvall 2010)

Når isdannelsen først har funnet sted er det fare for erosjon ved nedtrapping av magasinet. Isen sprekker opp når vannet tappes, og vi kan dermed få erosjon langs kantene av innsjøen og ved elveoset. Erosjon innebærer at sedimentpartikler rives løs og havner i innsjøen. Dette kan for eksempel inneholde næringsstoffer og ha en positiv effekt på vannet, men det kan også inneholde forurensning. (Asvall 2010) I tillegg er plasseringen for hvor denne erosjonen finner sted viktig. Gangåsvatnet er blant annet preget av et naturreservat med over 100 fuglearter og er derfor ømfintlig for slik påvirkning. Oppsprekking av isen langs kantene av innsjøen er også kritisk for eventuelle isfiskere som ønsker å benytte isen.



Figur 4: Vannstand på islagte vann. Hentet fra (Asvall 2010)

4.5 Utmattelsestesting/slitasje

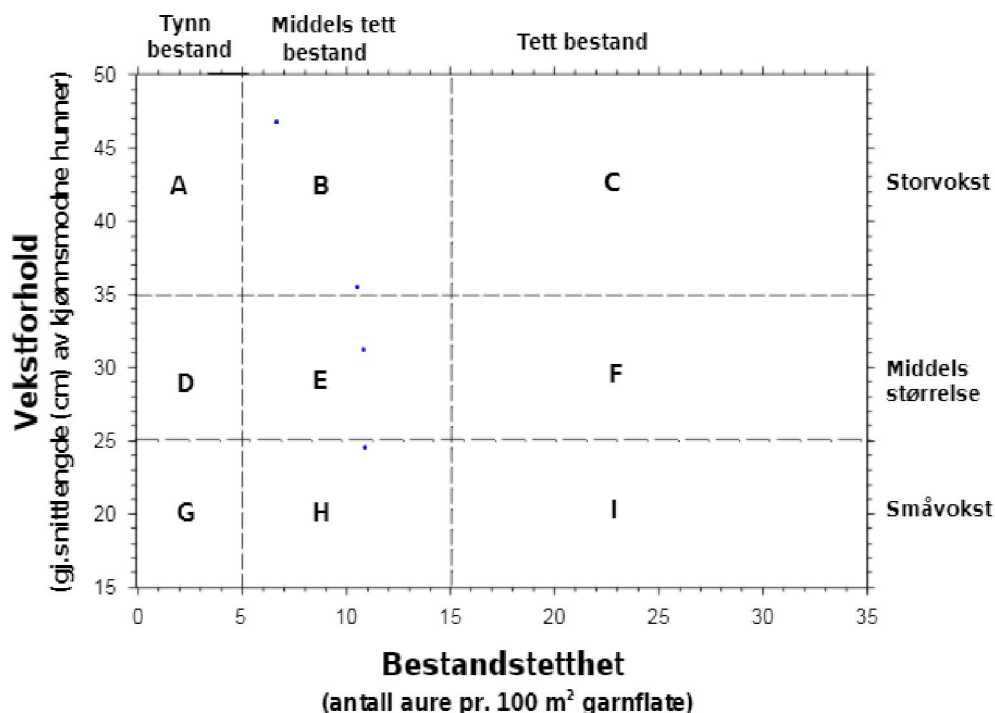
Gangåsvatnet brukes som kjent aktivt av befolkning rundt vannet. Det er derfor interessant å se på hvordan tilstanden til dyr og fisk tilknyttet vannet er. Dette kan også bidra til å si noe om hvordan tilstanden kommer til å utvikle seg og hvilke faktorer som spiller inn.

Det er tidligere gjennomført prøvefiske i 1982, 1994 og 2017. Konklusjonen av siste prøvefiske var at fiskebestanden da ikke var truet. Tidligere rapporter har konkludert med at E39 ikke har så stor innvirkning, men prøvefisket i 2017 var tett opptil når ny E39 ble anlagt. Ny E39 kan nå eller på sikt gi større påvirkning enn rapporten tilsa. Nylige endringer i reguleringshøyde, i tillegg til utfordringer med tanke på flom og tørke de seneste årene kan likevel ha gitt endringer i fiskebestanden. Et nytt prøvefiske kan derfor være interessant.

Selv om nedbøren øker, er det forventet at høyere temperatur og økt fordamping kan gi noe økt fare for tørke om sommeren. I tillegg vil klimaendringer kunne påvirke miljøet på andre måter. Endring i klima vil altså gjøre prøvefiske enda viktigere enn før, da det gir direkte svar på hvordan slitasjen på bestanden er. Det er også mulig bestanden er bærekraftig og tåler endringer i klima. Jevnlig prøvefiske vil gi et godt svar på dette.

Ved prøvefiske er det viktig at gjennomføringen er tilfredsstillende og med mest mulig like parametere. NINA rapport 73 (2) presenterer et system for karakterisering og klassifisering av ørret. Systemet kan brukes for å vurdere ørretbestander for nåværende tilstand til vannet. Systemet baserer seg på å analysere tetthet og vekstforhold hos innlandsørret. Vurderingen av tetthet baserer seg på fangst ved ørret ved prøvefiske med ulike garnserier, rapporten anbefaler bare fisk større eller lik 15cm. Altså maskevidder fra 15,5/16mm og større.

Vekstforhold vurderes ved å bruke gjennomsnittsstørrelse på kjønnsmoden hunnfisk.



Figur 5: Diagram for vurdering av innsjøbestander av aure med hensyn på tetthet av fisk og fiskens vekstforhold basert på størrelsen av kjønnsmodne hunnfisk.

Tidligere utførte prøvefiskinger vil også gi et bilde av røyebestanden i vannet. Det vil også gi et godt bilde av forholdet mellom ørret og røye. I forbindelse med at ørret og røye opptar ulike deler av vannet vil plasseringen av garn være viktig for prøvefisket.

Klassifiseringsmetodene fra NINA-rapporten vil ikke kunne brukes for røyen. Bestandstetthet og vekstforhold for fisken vil påvirke tilgang på næring og dermed kvaliteten på fisken.

Fiskens kondisjonsfaktor er da aktuell å vurdere. Den bestemmes ved formelen:

$$K - faktor = \frac{100 * V}{L^3}$$

Hvor:

V= Fiskens vekt i gram

L=Fiskens lengde i centimeter

Tabellen angir hva de ulike k-faktorene betyr.

K-faktor	<0,9	=0,95	=1.0	=1.1	1.2<
Kvalitet	Tynn fisk	Middels fisk	God kvalitet	Meget god kvalitet	Svært fet fisk

En K-faktor på omkring 1,0 betyr godt forhold mellom bestandstetthet og næringstilgang.

Røye kan utkonkurrere ørret dersom det er lite tilgang på næringsdyr som er viktig for ørret (bunnlevende insekter, insektlarver, krepsdyr og bløtdyr). Ørreten må da konkurrere om dyreplankton; røye utnytter dyreplankton bedre og vil dermed utkonkurrere ørret.

Bestander med mye småfisk av ørret og røye bør reduseres. Hvert individ vil da få større næringsgrunnlag og vokse seg større. For å kontrollere bestanden av småfisk er det mer effektivt å legge til rette for stor fiskespisende ørret enn å drive med utfisking.



Figur 6: Røye tatt fra isfiske på Gangåsvatnet.
Bilde tatt av Jomar Tørset.

4.6 Erosjon og forringelse av tilstand

Det finnes mange faktorer som påvirker miljøet i og rundt Gangåsvatnet. Endringer i forutsetninger rundt vannet som ny E39, og klimaendringer, kan gi nye problemer med erosjon og forringelse av tilstand. Disse endringene kan videre føre til økt slitasje på arter og miljø.

4.6.1 Klimaendringer

Klimaendringene vil i Sør-Trøndelag føre til behov for tilpasning til kraftig nedbør

og økte problemer med overvann, havnivåstigning og stormflo, endringer i flomforhold

og flomstørrelser, og skred. ((met.no) 2017). Ifølge rapporten vil nedbørintensiteten for kraftige regnskyll øke, noe som vil gi større og tettere regnflommer. Reduserte snømengder vil derimot gi mindre snøsmelteflom. Selv om nedbøren øker vil likevel snøsmeltingen foregå tidligere, fordampingen blir større og man kan få lengre perioder uten nedbør. Det kan gi lite naturlig vannføring i Skjenaldelva, og bidra til å tørke ut Svorkmyran naturreservat. Gangåsvatnet kan med fordel altså reguleres med hensyn til flom og tørke. Spesielt i kritiske perioder for hekking og gyting er det viktig med en stabil vannstand.

SANNSYNLIG ØKNING	
 Ekstrem nedbør	Det forventes at episoder med kraftig nedbør øker vesentlig både i intensitet og hyppighet. Dette vil også føre til mer overvann.
 Regnflom	Det forventes flere og større regnflommer, og i mindre bekker og elver må man forvente en økning i flomvannføringen.
 Jord-, flom- og sørpeskred	Økt fare som følge av økte nedbørmengder.
 Stormflo	Som følge av havnivåstigning forventes stormflonivået å øke.
MULIG SANNSYNLIG ØKNING	
 Tørke	Til tross for mer sommernedbør, kan høyere temperaturer og økt fordampning gi økt fare for tørke om sommeren.
 Isgang	Kortere isleggingsesong, hyppigere vinterisganger samt isganger høyere opp i vassdragene enn i dag.
 Snøskred	Med et varmere og våtere klima vil det oftere regne på snødekt underlag. Dette kan redusere faren for tørrsnøskred og øke faren for våtsnøskred i skredutsatte områder.
 Kvikkleireskred	Økt erosjon som følge av økt flom i elver og bekker, kan utløse flere kvikkleireskred. Sør-Trøndelag er særlig utsatt for kvikkleireskred.
SANNSYNLIG UENDRET ELLER MINDRE	
 Snøsmelteflom	Snøsmelteflommene vil komme stadig tidligere på året og bli mindre mot slutten av århundret.
USIKKERT	
 Sterk vind	Trolig liten endring.
 Steinsprang og steinskred	Hyppigere episoder med kraftig nedbør vil kunne øke hyppigheten av disse skredtypene, men hovedsaklig for mindre steinspranghendelser.
 Fjellskred	Det er ikke forventet at klimaendringene vil gi vesentlig økt fare for fjellskred.

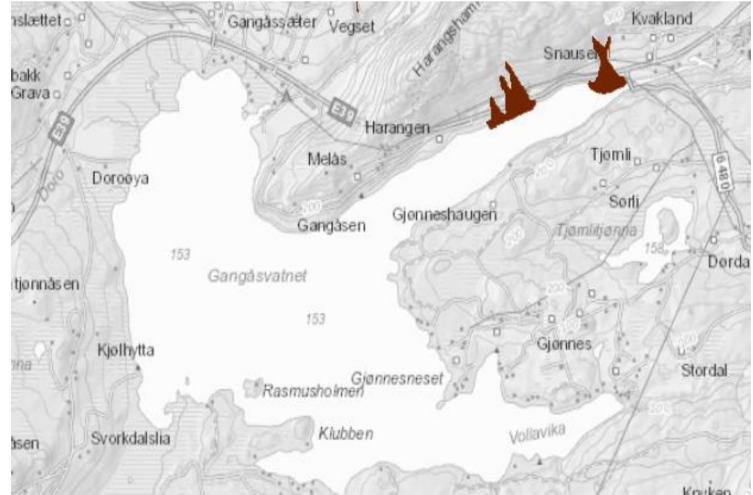
Tabell 1. Sammenheng av forventede endringer fra perioden 1971–2000 til 2071–2100 i klima, hydrologiske forhold og naturfarer som kan ha betydning for samfunnsikkerheten. [Klikk her for å laste ned tabellen i full størrelse.](#)

Figur 7: Hentet fra Norsk klimaservicesenter

4.6.2 Erosjon og skred

Figur 2 viser områder som er utsatt for jord- og flomskred. Klimaendringer gjør at det er viktig å være ekstra varsom i disse områdene.

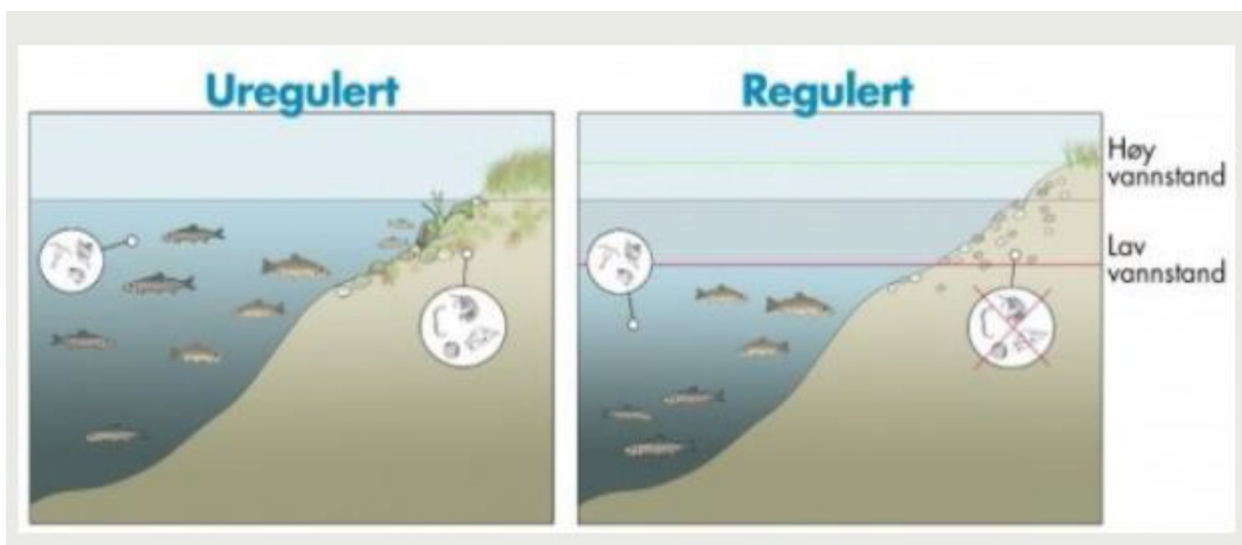
Det er ikke fare for kvikkleireforekomst rundt Gangåsvatnet (NVE u.d.). Større og tettere regnflommer kan føre til at mindre bekker og elver finner nye flomveier, og endrer forutsetninger for hekke- og gyteplasser. Med tanke på naturreservatet bør man være oppmerksom på at bekker og mindre elver kan ta nye veier og forårsake unødvendig erosjon. Dette anses likevel som lite problematisk.



Figur 8: Aktsomhetskart for jord og flomskred, og kvikkleire

4.6.3 Magasinregulering

Bruk av innsjøer som kraftmagasiner kan ha stor påvirkning på livet i innsjøen, likevel trenger ikke påvirkningene alltid å være negative. (NINA 2008) Når vannstanden endrer seg forandres kvaliteten på vannet og leveområdene. Spesielt sårbar er strandsonen, som kan erodere, fryse og tørrelegges. Det reduserer tilgangen på næring samt at det kan ha påvirkning på andre fysiske og kjemiske parametere i vannet.



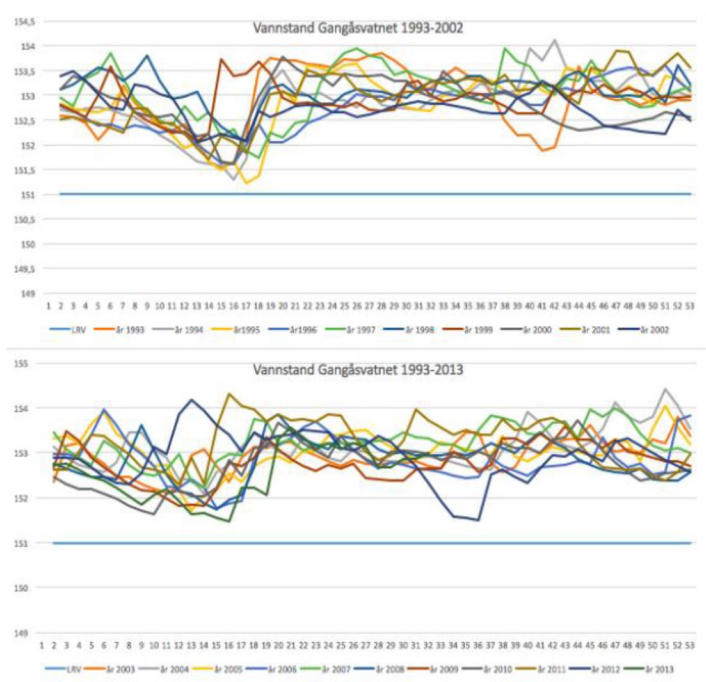
Figur 9: Endringer i vannstanden fører til erosjon, frysing og tørrelegging av strandsonen, som er et viktig leveområde for både dyr og planter

Hvor mye endring i magasin høyde påvirker livet i vannet avhenger også av faktorer som innsjøens form, dybde og størrelse, samt klima og hvilke arter som lever der. Det er likevel svært viktig å ta hensyn til når på året man regulerer, i forhold til hekke og gytetid.

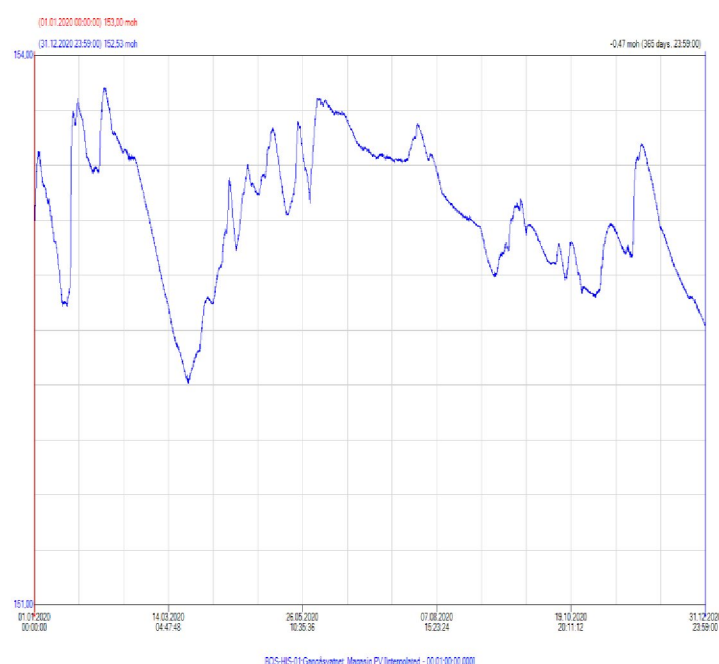
Effektkjøring eller stor døgnregulering kan også ha store negative konsekvenser. I forhold til Gangåsvatnet er det som kjent 3m reguleringshøyde, og det har i 2018-2019 vært diskusjon om endring av reguleringshøyden. Det førte ikke til noe endring, men Bekk og Strøm gikk med på å holde et jevnt, høyt nivå på magasinet gjennom sommeren og hekkeperioden. Ifølge Bekk og Strøm har ikke dette hatt veldig stor påvirkning på kraftproduksjonen. Ved sommerflom kan høy vannstand føre til at de taper vann, men oftest er kapasiteten i magasinet stor nok til å lagre vannet.

Bekk og Strøm sier også de praktiserer effektkjøring, og reguleringen har så langt ikke påvirket muligheten til effektkjøring. Ved tørke vil de kjøre innenfor de reguleringshøydene de har, men stoppe før de når LRV for å ivareta minste vannføring i Skjenaldelva. Størrelsen på Gangåsvatnet i forhold til slukekapasiteten i Skjenaldfossen gir likevel relativt små døgnendringer i magasinhøyde.

Grafene under illustrer litt av endringene fra tidligere år til 2020, og at det er relativt små døgnendringer i magasinet.

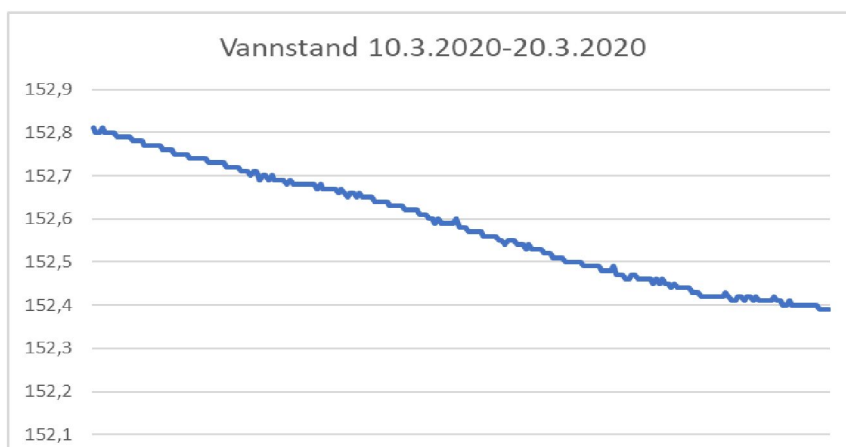


Figur 11: Ukentlige vannstandsmålinger utført av Salvesen og Thams



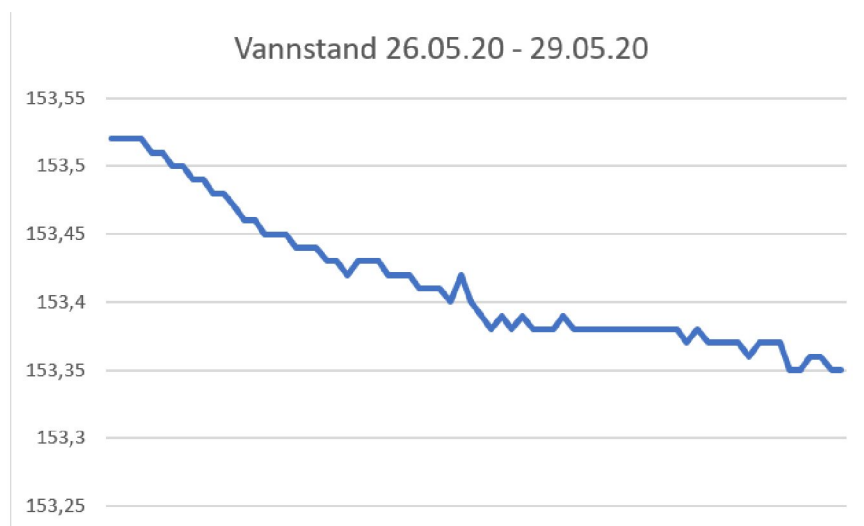
Figur 10: Vannstand 2020, målinger utført av Bekk og Strøm

Målingene viser at reguleringshøyden ofte har vært stabil i hekke/sommerperioden, hvor den største tappingen foregår på vårparten. Akkurat når magasinhøyden er lavest gjennom året, avhenger av flere faktorer som vær, snøsmelting, og magasintapping i det aktuelle året. Grafene kan likevel tyde på at det før justeringen i 2018 ble tappet nærmere sommeren, og at vannet i enkeltår ble tappet mer ned. Siden vi bare har data fra 2020 etter 2018 er det likevel lite data å basere antakelsene på. Tidligere år har vannet stort sett også vært ganske stabilt resten av året, med omtrent 1-1,5m variasjon. Det finnes likevel enkeltår hvor det har vært større variasjoner, men de har som regel vært på høst og vinter hvor endringer i vannstand ikke anses som like kritisk.



Figur 12: Graf som viser vannstand or 10 dager, mars 2020

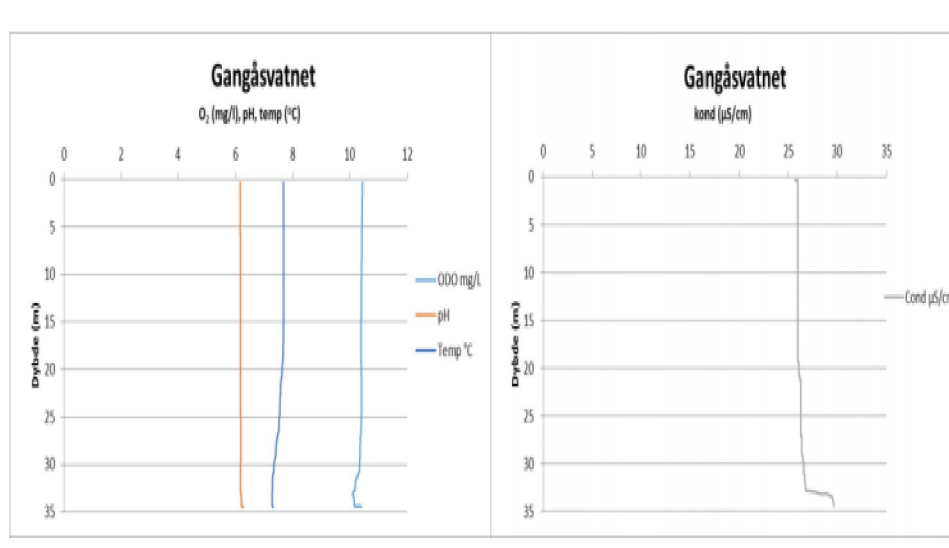
I perioden 10.3.2020 til 20.3.2020 er det forholdsvis stor nedtapping av vannet. Grafen viser likevel at magasin høyden har små døgnvariasjoner. Dette korresponderer bra med at vannet er stort i forhold til slukekapasiteten til Skjenaldfossen. Grafen under viser også små endringer, omtrent 17cm over tre døgn (fra 26.05 til og med 28.05)



Figur 13: Graf som viser vannstand over tre dager, mai 2020

4.6.4 Vannkvalitet

Avhengig av faktorer som vanddybde, næringssaltinnhold, produksjon av biomasse, vannfarge, oksygeninnhold, siktedyp, surhetsgrad, berggrunn og løsmasser, humusinnhold og plankton kan innsjøer deles inn i flere ulike typer. (UIO u.d.) Målinger utført av Statens vegvesen klassifiserer vanntypen i Gangåsvatnet til type 7 (kalkfattig, humøs). (Undersøkelse av vegnære innsjøer, 2018). Rapporten viser også at innsjøen har gode referanseverdier for ulike kjemiske parametere. Blant annet lave konsentrasjoner av både klorid og undersøkte metaller i topp- og bunnvann. Rapporten konkluderer med at Gangåsvatnet ikke er påvirket av forurensning fra veg. Dette bekreftes av Vann-nett.no som angir at både økologiske og kjemiske miljømål nås for perioden 2022-2027.



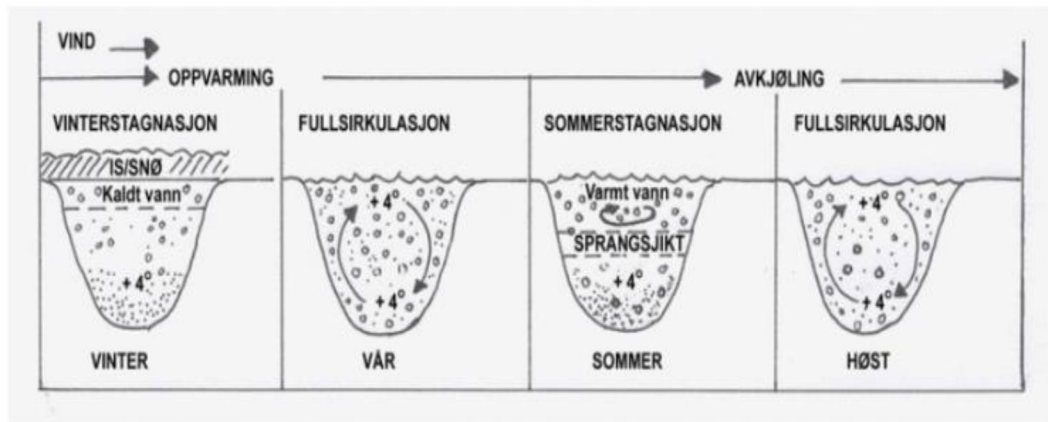
Figur 14: (Undersøkelse av vegnære innsjøer, 2018)

Målinger av oksygen (mg/l), pH, temperatur °C, og konduktivitet i vannmassene i Gangåsvatnet, oktober 2017.

Selv om

rapportene tyder på at Gangåsvatnet har forholdsvis god vannkvalitet har gruppen likevel valgt å sette søkelys på noen biologiske, fysiske og kjemiske forhold, som anses som viktig for et friskt vann. Det vil senere i rapporten være aktuelt å se hvordan disse parameterne kan brukes i en digital tvilling.

Årstidene i en innsjø



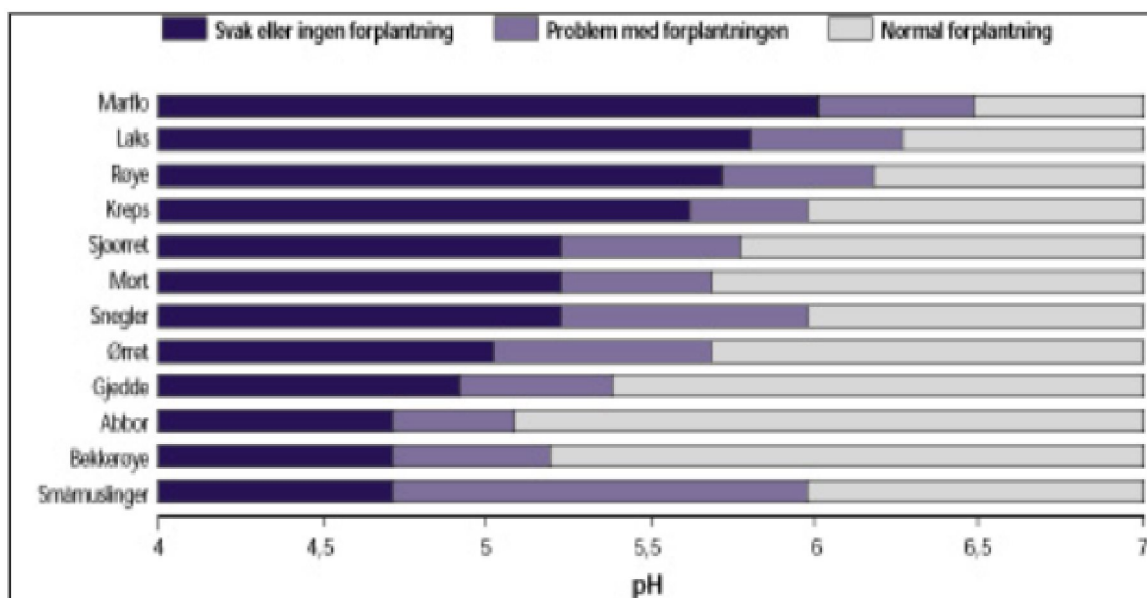
Figur 15: Årstidene i en innsjø

Temperatur på ulike sjikt i vannet er viktig for levestruktur til alger, plankton, fisk og andre bakterier. Som tidligere nevnt er vann tyngst ved 4 °C og man vil derfor få kaldere vann jo dypere innsjøen er. Små innsjøer, eller grunne bukter med lite sirkulasjon kan i perioder med lite nedbør og høy temperatur få høy vanntemperatur. Vanntemperatur over 20°C gir gode forhold for parasitter og bakterier, Gangåsvatnet anses som så stort og med så god sirkulasjon at dette tvilsomt er et problem.

Et viktig aspekt med temperaturen er også sirkulasjonen som skapes i vannet på grunn av ismeltingen på våren. Overflatevannet blir da oppvarmet til 4°C, turbulens fra vind vil så føre til at vannet snur seg. Bunnvannet får dermed ny tilførsel av oksygen, samtidig som næringssalter nedenfra transporteres opp i de øvre vannlag. Eventuell forurensning i overflatelaget vil også blande seg med hele vannet. Lite sirkulasjon kan altså føre til lavt oksygeninnivå i bunnvannet, det kan føre til ulevelige forhold og er altså viktig å måle. Sirkulasjonen til en innsjø avhenger hovedsakelig av faktorer som temperatur, nedbør og salter i tillegg til vindpåvirkning og andre hydrologiske forhold og strømminger i vannet. (Hias u.d.)

Konduktivitet er et mål for vannets evne til å lede strøm. Høy konduktivitet kan bety at vannet er forurenset med næringssalter. Hardt (kalkholdig) vann har også høy konduktivitet. Alkalinitet forteller om innhold av karbonater, bikarbonater og hydroksider. Alkalinitet gir høyere pH og avleiringer sammen med enkelte tungmetaller og kalk. Høye verdier av Nitrat (NO_3) og Nitritt (NO_2) kan tyde på forurensning fra mennesker eller dyr. Kunstgjødsel og andre kjemikalier fra landbruk gir ofte høye verdier av Nitrat eller Nitritt. (Profinor u.d.)

I utgangspunktet er vann nøytralt og har en pH-verdi på 7,0, det er ofte best med en pH-verdi mellom 6-8 for organismer i vannet. Sur nedbør kan føre til lavere pH-verdi og forsuring av vann. Forsuring er en stor trussel mot biologisk mangfold i ferskvann; omtrent en tredjedel av Norge er påvirket av forsuring og 2500 vann har blitt fisketomme. Svovel- og nitrogenutslipp fra andre land fører til sur nedbør i Norge. Sur nedbør og forsuring av vann er mest aktuelt på Sør-, Øst-, og Vestlandet. Selv om det ikke angis til å være et stort problem i Midt-Norge ser man at forsuring har blitt et større problem lenger nord i perioden 1950-1980. Likevel har utslipp av svovel blitt redusert mye de siste årene, problemet er likevel fortsatt aktuelt. Målingene fra SVV angir en pH-verdi i Gangåsvatnet på omtrent 6,2. Selv om det er innenfor de anbefalte verdiene er det i grenseland surt for enkelte arter, for eksempel marflo. Lav pH-verdi kan motvirkes med systematisk kalking av vannet. (Miljølære.no u.d.)



Figur 16: Toleranse for surt vann hos ulike ferskvannssarter

4.6.5 Forurensning

Tidligere rapporter har vist god vannkvalitet og lite forurensning. Det antas størstedelen av forurensning kommer fra landbruk og E39.

Landbruk

Avrenning fra landbruksområder nord for Gangåsvatnet er aktuelt med tanke på forurensning, selv om det har liten påvirkning. (Vann-nett.no u.d.) Avrenning kan komme direkte som overflateavrenning eller indirekte gjennom bekker eller grunnvann. I tillegg til at avrenning forurenser Gangåsvatnet, vil det også føre til at jorda taper næringsstoffer, jordpartikler, organiske stoffer, fosfor og nitrogen. Størst forurensning kommer av avrenning av nitrogen og fosfor fra jordbruksarealer. Avrenning kan også gi varige konsekvenser som gjengroing og redusert oksygen i vassdrag. (Miljødirektoratet u.d.). I tillegg vil det føre til eutrofiering av vann og føre til større algevekst og mer biomasser. Klimaendringer kan føre til økt avrenning og forsterke problemet.

I dag er bruk av husdyrgjødsel regulert gjennom «forskrift om organisk gjødsel». Denne bidrar blant annet til å minske forurensningen fra husdyrgjødsel. Det finnes likevel en del tiltak for å minimere sløsing og unødvendig forurensning.

I følge miljø- og landbruksdirektoratet kan slike tiltak være:

- Redusert jordarbeiding, slik at man unngår åpne åkrer i vintersesongen
- Gjødsle slik at man unngår overskudd av næringssalter
- Beholde eller plante kantvegetasjon
- Ikke gjødsle for nært vassdrag (ref. krav om 6m kantsone ved nydyrking)
- Bedre spredemetoder får gjødselen raskere ned på bakken
- Sedimentbassenger og utbedring grøftesystem

For å oppnå disse tiltakene kan gårdbrukere for eksempel søke om SMIL-midler. Det skal bidra til tiltak som reduserer erosjon og avrenning. Eksempler på tiltak man kan søke tilskudd til er: fangdammer, renseanlegg, gjenåpning av rørlagte bekker og etablering av vegetasjonssoner mot vassdrag (Landbruksdirektoratet u.d.)

Veg

Oktober 2015 åpnet ny E39 langs Gangåsvatnet. Vegen ble anlagt i nytt terreng og bygd etter dagens standard. På nordsiden av vannet ligger Harangstunnelen, inngangen nærmest vannet er viktig med tanke på forurensning. Det er i tidligere rapporter gjennomført av både studenter og SVV sett på mulig forurensning i vannet som følge av E39. Faktorer som tidligere er undersøkt er blant annet håndtering av overvann, vasking av tunell og salting. I rapportene er det funnet at salt, andre tungmetaller og andre partikler som for eksempel svevestøv fra E39 har lite påvirkning på Gangåsvatnet. I forhold til salting av veien er det likevel verdt å nevne at økt bruk av salt på veien kan føre til økt saltinnhold i vannet. Da saltvann er tyngre enn ferskvann kan det føre til at saltet samler seg i bunnen av innsjøen. Det kan videre føre til tregere sirkulasjon i vannet, noe som kan gi lite oksygen og ulevelig bunnområde. Det kan både gi direkte skader på fisk, men også indirekte ved at næringsgrunnlaget blir sterkt redusert. Gruppen har også gjort seg tanker om at rapporten fra statens vegvesen ble utarbeidet i 2017, og dermed at forurensningen fra E39 foreløpig ikke har gjort store utslag for Gangåsvatnet. Andre vann i rapporten er derimot betydelig påvirket, men med store variasjoner. Det er også lite annen data på hvordan salting og forurensning fra vei påvirker innsjøer. For å se utviklingen vil derfor en ny undersøkelse være interessant. (Statens vegvesen 2018)

4.7 Digital tvilling for modellskalering

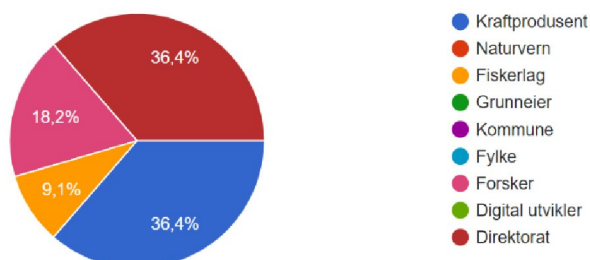
4.7.1 Markedsundersøkelse angående parametere som bør inngå i digital løsning

Gruppen sendte ut en spørreundersøkelse til bedrifter og interessenter for å kartlegge hvilke parametere og funksjoner som burde inngå i den digitale løsningen/tvillingen. Her er en oversikt, og et sammendrag over svar/tilbakemeldinger vi har mottatt i denne undersøkelsen.

Kartlegging over interessenter, og bruken/behovet for en digital løsning:

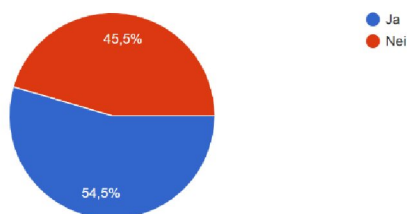
Hvilket fagfelt (bedrift?) representerer du?

11 svar



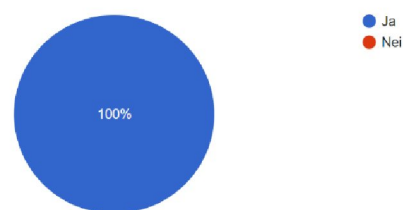
Benytter dere et digitalt overvåkningssystem i dag?

11 svar



Hvis nei: kan et digitalt overvåkningssystem være interessant for ditt fagfelt?

5 svar



Figur 17: Resultat av spørreundersøkelse

4.7.2 Kartlegging over relevante parametere

Fra undersøkelsen kom det fram at vanntemperatur, lufttemperatur, nedbør, og data angående fiskebestand var de mest relevante for interessentene. Parametere knyttet til isforhold, var lite etterspurt. Interessentene kom også med parametere de mente var relevante for deres virksomhet.

Parametere som ble etterspurt:

- Miljøgifter
- Sedimenter
- Mengde plast/mikroplast
- Hastighet på vannstands-endring
- Miljø DNA
- Planteplankton/dyreplankton

4.7.3 Kartlegging over eksisterende løsninger

Interessentene mente at en digital løsning burde fungere på tvers av interesser, og virksomhet. De mente også at den digitale løsningen burde være overførbar til andre vann og økosystemer. Systemene interessentene bruker i dag, er lite fleksible, og er ofte knyttet opp mot en spesifikk bedrift/virksomhet. Disse løsningene er ofte selvutviklet og ikke overførbare til andre vann/virksomheter.

Interessen for enn felles app, som en del av den digitale løsningen var stor. Faktorer som interessentene mente var relevante som en del av app-løsningen kommer frem i diagrammet under. Formidling av fiskekort, fangstrapporter, og innrapportering av uønskede hendelser var de faktorene som var mest ettertraktet. Muligheten for å kunne benytte app-løsningen offline var også en forutsetning.



Figur 18: Resultat av spørreundersøkelse

Etter hvert som klimaet endrer seg, vil det være behov for bedre oppfølging av vann. En digital tvilling vil være et viktig hjelpemiddel til dette. Allerede i dag finnes det klare miljømål for ulike vann. Forskrift om rammer for vannforvaltning (Lovdata u.d.) §

4. Miljømål for overflatevann sier

«Tilstanden i overflatevann skal beskyttes mot forringelse, forbedres og gjenopprettes med sikte på at vannforekomstene skal ha minst god økologisk og god kjemisk tilstand, i samsvar med klassifiseringen i vedlegg V og miljøkvalitetsstandardene i vedlegg VIII. Stoff nr. 34 til og med stoff nr. 45 i vedlegg VIII del A inngår i vurdering av kjemisk tilstand fra og med 22. desember 2018.»

Vedlegg V i forskriften angir kvalitetselementer for klassifisering av økologisk tilstand. De ulike parameterne i den digitale tvillingen vil kunne baseres på dette vedlegget, i tillegg til teori grunnlaget over i rapporten og spørreundersøkelsen.

Gjennom Granavold-plattformen slår regjeringa fast at de skal «styre norsk vannforvaltning og følge opp vannforskriften». Det ble her gitt nye nasjonale føringer som blant annet gir mer forpliktende krav til forurensning fra landbruk i tillegg til at transportetater o.l. skal gjennomføre tiltak som bedrer miljøet i vannforekomster.

Det finnes allerede en del arbeid på overvåkning og klassifisering av miljøet i ferskvann. ØKOFERSK og ØKOSTOR er for eksempel rapporter utarbeidet av NINA i samarbeid med NIVA på oppdrag fra miljødirektoratet. I forbindelse med Gangåsvatnet vil ØKOFERSK-delprogram Midt 2019 (NINA, NIVA 2020) være mest relevant. ØKOFERSK er en del av basisovervåkningen og angir tilstanden til syv referanseinnsjøer i 2019. Basisovervåkningen begynte i 2009 og skal hovedsakelig bestå av antatt upåvirkede vann, for referanseovervåkning. Gangåsvatnet blir i så måte ikke aktuell i en slik rapport, men vannene i rapporten kan fungere som sammenligningsgrunnlag. Basisovervåkningen inkluderer alle biologiske kvalitetselementer som planteplankton, vannplanter, småkreps, litorale bunndyr og fisk og andre viktige fysisk-kjemisk parametere. Hvilke parametere det legges mest vekt på for å vurdere den helhetlige tilstanden til innsjøen varierer mellom ulike innsjøer. Fisk er utslagsgivende i fire innsjøer, vannplanter i to og forsuringsparametere i en.

Hvilke parametere som er bestemmende for Gangåsvatnet må finnes ut gjennom målinger. Det er likevel rimelig å anta at fisk vil være viktig i den digitale tvillingen. Derfor vil app-løsningen med registrering av fiskekvalitet være avgjørende.

4.7.4 Dagens digitale løsninger for Gangåsvatnet:

For å se på hvilke funksjoner og kvaliteter vi skal vektlegge ved vår digitale tvilling har vi hentet inn informasjon på hvilke systemer og løsninger som benyttes for Gangåsvatnet i dag. Gjennom mailkorrespondanser har Bekk og Strøm AS har vi avklart at de har tre egne målestasjoner som måler vannstand i vassdraget. Disse er plassert i Våvatnet demning, Gangåsvatnet camping og Gangåsvatnet demning. Annen informasjon som nedbør, temperatur, avrenning, fordamping, snø, is, smelting etc. henter de fra offentlige portaler som senorge.no og yr.no

Vi fikk også informasjon om at målestasjonene leste av vannstanden med 1 times oppløsning og dette blir loggført automatisk i egne systemer. Senere blir det rapportert manuelt til NVE ca. 1 gang pr. måned, eller oftere på forespørsel.

4.7.4 Eksisterende digitale løsninger:

Gjennom Bekk og Strøm fikk vi som tidligere nevnt informasjon om at de benyttet seg av offentlige portaler som senorge.no og yr.no. For å skape en dypere forståelse for hvilket behov som eksisterer har vi sett nærmere på disse, samt noen flere.

Den første offentlige portalen vi undersøkte heter senorge.no. Dette er et samarbeid mellom NVE, Meteorologisk institutt og kartverket. Portalen viser daglig oppdaterte kart over snø-, vær- og vannforhold og klima for Norge. Døgnkartene er basert på observerte og interpolerte temperaturer og nedbør. I tillegg finnes det kart 9 dager frem i tid som er basert på værprognoser. Under de nevnte hovedtemaene snø, vann, vær og klima gjøres det målinger og det beregnes eventuelle avvik fra normalen, prognoser og framtidsscenarier for bl.a. nedbør, temperatur, snø og avrenning. Portalen er «kartbasert», noe som gjør den noe mer komplett og komplisert enn for eksempel yr.no. (seNorge.no u.d.)

Yr.no er en annen offentlig portal som Bekk og Strøm AS benytter, men som er mer «tabellbasert» enn seNorge.no. Dette er et samarbeid mellom NRK og Meteorologisk institutt. NRK er ansvarlig for presentasjon, design, redaksjonelt innhold og leveransen av varsel til brukerne mens Meteorologisk institutt er ansvarlig for all værdata og det faglige innholdet. I tillegg har andre organisasjoner som Avinor, Entur, Det europeiske værvarslingssenteret ECMWF bidratt med viktig innhold som stedsnavn, værdata og målestasjoner. Yr presenterer blant annet værforhold, lufttemperaturer, nedbør, nedbørsmengde, vindstyrke, vindretning, vindkaststyrke, soloppgang og solnedgang. (Yr.no u.d.)

En tredje relevant offentlig portal er Norsk Klimaservicesenter (KSS). Dette er et samarbeid mellom Meteorologisk institutt, Norges vassdrags- og energidirektorat, NORCE og Bjerknessenteret. Norsk Klimaservicesenter tilrettelegger og formidler klima- og hydrologiske data slik at de kan brukes til klimatilpasning og i videre forskning om effekten av klimaendringer på natur og samfunn. Forskningen er fundert på solid vitenskapelig grunnlag som kan etterprøves. KSS utvikler klimaprofiler for alle landets fylker, rapporter som tar for seg klima i Norge i fremtiden og værdata og statistikk for observasjoner som er gjort. I tillegg lager de klimaframskrivninger som er beregninger av hvordan klimaet vil se ut frem i tid presentert i kart. Dette går på klimaindekser som temperatur, nedbør, avrenning, flom, snømengde, fordampning osv.. (Norsk Klimaservicesenter u.d.)

I tillegg finnes det noe som heter AquaMonitor, det er en portal som presenterer oppdatert informasjon om vannkvalitet i form av kart og grafer. Aquamonitor presenterer data fra bøyer i vann, målestasjon i utløp og innløp samt værstasjon. (NIVA u.d.) Det som skiller Aquamonitor fra de tidligere nevnte portalene er muligheten for å måle parametere direkte i vannet. De benytter en bøye som er forankret til bunnen av innsjøen med for eksempel en kjetting. Langs denne kjettingen er det plassert målere i flere dybder. Parametere som man kan måle ved hjelp av dette produktet er temperaturvariasjonen i dybden, oksygenmetning, pH og vannstand. (NIVA u.d.)

Gjennom prosjektperioden har vi samlet informasjon om Gangåsvatnet og området rundt fra ulike interessenter. Dette har eksempelvis vært kraftprodusenten Bekk og Strøm, Gangåsvatnet fiskerlag, Norges vassdrag- og energidirektorat og teknologileverandøren Volue. Med utgangspunkt i dette har vi sett ulike utfordringer med dagens systemer, og utfordringer med å skape en lønnsom digital tvilling som gir god nok informasjon. Vårt mål har hele tiden vært å lage en digital løsning som kan benyttes av alle de ulike interessentene, hvor åpenheten rundt vannets tilstand skal bidra til en bedre helse for Gangåsvatnet. Vi har også et ønske om at løsningen på sikt skal kunne utvides og benyttes på flere vann.

Vår løsning skal inneholde værdata fra tidligere nevnte offentlige portaler, magasin høyde og vannføring fra Bekk og Strøm, vanntemperaturer og annen informasjon om vannkvalitet fra Aquamonitor, samt informasjon om fiskebestanden og istykkelse fra fiskerlaget. Værdata som vil være viktig for alle parter er eksempelvis nedbør, temperatur, avrenning, fordampning, grunnvannstilstand, snøsmelting og snømengde. Det er også viktig med noen prognoser på de nevnte parameterne. Vi ønsker også å implementere magasin høyde, vannføring, vanntemperatur og noen parametere på vannkvalitet fra Bekk og Strøm AS og Aquamonitor. Til slutt er tall rundt fiskebestanden og istykkelsen viktige parametere som gjør overvåkingen komplett. For å dokumentere fiskens helse ønsker vi å benytte prøvefiske og K-faktor som et utgangspunkt. I tillegg til prøvefiske skal vi annonsere en app sammen med den digitale tvillingen. Denne appen skal Gangåsvatnet fiskerlag ha regi over, og gjennom denne skal fiskere få mulighet til å kjøpe fiskekort og rapportere vekt og lengde på egen fangst. I tillegg skal det være mulighet for å rapportere istykkelse og eventuelle andre hendelser rundt vannet.

4.7.5 App

Som en del av den digitale tvillingen ønsker vi å utvikle en app. Denne skal kobles opp mot den digitale tvillingen, og skal primært brukes til å innhente relevant informasjon vedrørende fiske, samt andre forhold tilknyttet opp mot vannet.

Appen skal også fungere som en formidler av fiskekort, og man skal kunne rapportere fangst. Fangst rapporteres med vekt og lengde, og informasjonen blir så registrert som en del av den digitale løsningen, og kan videre bli brukt som et supplement til prøvefiske for å si noe om kvaliteten på fiskestammen i vannet. Vi planlegger at måleutstyr plasseres strategisk på utvalgte steder rundt vannet, slik at man enkelt får utført etterspurte målinger. Med et slikt system får man også en oversikt over utnyttelsesgraden til fiskestammen, og man kan lettere regulere uttaket for å unngå overfiske. Man kan også se på variasjoner i fiskekvaliteten opp mot andre faktorer som registreres i den digitale løsningen, som magasin høyde, og vanntemperatur, og se på hvordan disse påvirker fiskestammen over tid.

I appen skal man også kunne registrere uønskede hendelser, som uønskede arter, utslipp av forurensning, og unormal vannstand, dette vil føre til at man raskt får kjennskap til forhold som kan ha et skadepotensiale på vannet, og man kan raskt sette i gang tiltak for å motvirke dette. Brukerne av appen registrerer slike hendelser, som så blir sendt til de rette aktørene, som så kan gjøre tiltak basert på de innsendte opplysningene.

Appen kan også brukes til å informere brukerne om gjeldende regelverk knyttet til fiske og området generelt, og man kan også varsle brukerne om potensielt farlige forhold, som dårlige isforhold og lignende.

Utfordringer med en slik løsning er at man er avhengig av at brukerne frivillig deltar og rapporterer hendelser, men ved å innlemme muligheten til å kjøpe fiskekort i appen, vil man sikre at mange ønsker å bruke en slik app. At appen kan brukes uten at man har dekning er også en forutsetning om man ønsker å videreføre systemet til andre vann. Dette løser man med at registrert informasjon lagres på telefonen inntil man når et område med dekning.

Hensikten med en digital løsning som inneholder mange ulike parametere er først og fremst at den skal tilpasses ulike interessenter. Vi tror flere parametere, flere målinger og åpenhet rundt disse parameterne er en svært god måte å skape bevissthet rundt vannets helse. Vi har gjennom tidligere hendelser sett at klimaforandringer og menneskeskapte forandringer kan ha et uheldig utfall. Dersom man ser på klimaprofilen til KSS for Sør-Trøndelag er det grunn til å tro at noe liknende kan skje igjen, da vi på sikt sannsynligvis vil oppleve en økning i ekstrem nedbør, regnflom, Jord-, flom- og sørpeskred. I tillegg er det mulig sannsynlig med økning i tørke, isgang, snøskred og kvikkleireskred. (Norsk klimaservicesenter 2021)

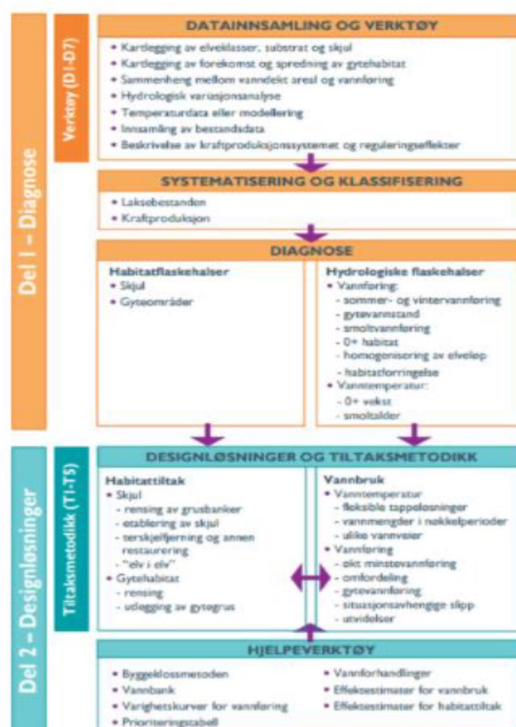
4.8 Formidling og utnyttelse

Dagens samfunn preges av høy teknologisk utvikling, mye industri og stor befolkningsvekst. Det har de siste 100-200 årene satt store preg på klima og miljø i verden. Dersom vi ønsker å fortsette denne utviklingen, og på en bærekraftig måte, vil miljødesign være viktig. Miljødesign innebærer i hovedsak å finne løsninger som er gode både for miljøet og kraftproduksjon. (Atle Harby 2017) I denne oppgaven vil det være gjeldende i forhold til vannkraft. Mye av vannkraft-utbyggingen skjedde i en tid hvor man var mer opptatt av høy kraftproduksjon og at det skulle være økonomiske og enkle løsninger. Hensynet til naturen var derimot ikke like viktig. Selv om vannkraft likevel er relativt klima og miljøvennlig, spesielt sammenlignet med fossile løsninger, finnes det likevel klare utfordringer som følge av dette.

Generelt kan man si et miljødesign prosjekt har to hovedfaser. Fase 1 er for å diagnostisere vannet. I denne fasen er det viktig å kartlegge data om vannet, fiskebestand og kraftproduksjon. Dette er viktig for å finne ut hvilket element som kan hemme miljøet. De ulike elementene er diskutert tidligere i oppgaven, og den digitale tvillingen vil være viktig for å systematisere alle disse. Ut ifra dette kan man forsøke å gjøre tiltak som skal bedre forholdene, dette er fase 2 i prosjektet. Etter tiltakene er gjennomført er det viktig å følge tett med på utviklingen av vannet.

Overvåkningsdata fra den digitale tvillingen vil også være nyttig her. Når man så har

tilstrekkelige data kan man for eksempel kanskje konkludere med at magasinreguleringen ikke påvirker miljøet så mye som man først hadde antatt, eller motsatt. Slik vil man kunne optimalisere forholdet mellom kraftproduksjon og miljø ved hjelp av miljødesign.



Figur 19: Eksempel på hvordan et miljødesignprosjekt kan gjennomføres

Med tanke på miljødesign er det også et spørsmål om hvilke vassdrag som bør prioriteres for revisjon av konsesjoner eller andre tiltak for å bedre miljøet. Rapport nr. 49/2013 (NVE 2013) gjennomgår omtrent 395 vannkraftkonsesjoner som kan revideres innen 2022.

Vassdragene i rapporten blir klassifisert etter flere faktorer og gis prioritet etter hvor stor miljøpåvirkning de har, i tillegg til tap av kraftproduksjon. Det anslås at vassdragene som bør prioriteres får et samlet krafttap på 1,8-2,8% av midlere årsproduksjon. Kraft-tapet vil trolig kunne reduseres gjennom mer differensierte vannslipp. Hovedmålet med rapporten er å vurdere de samfunnsmessige gevinstene av mulige miljøforbedringer i vassdragene, i forhold til kostnadene av mindre fornybar kraft og regulerbar kraftproduksjon. Rapporten viser det er mulig å gjøre gode tiltak uten at det har stor innvirkning på kraftproduksjonen. Utfordringen med å samle tilstrekkelig data og systematisere dette nevnes også i rapporten. Under arbeidet med rapporten ble det lagd en GIS-løsning for dette. Det er naturlig å tenke at en digital tvilling for de ulike vannene også ville vært en god løsning.

Skjenaldfoss kraftverk er ikke en del av rapporten.

I forbindelse med miljødesign og tiltak for å bedre miljøet mener gruppen åpenhet og samarbeid mellom de ulike aktørene vil være viktig. Rapporten vist til over viser for eksempel at kraft-tapet ikke behøver å bli stort, men kan ha store miljøgevinster.

Arbeidsgruppen har i denne oppgaven sett spesielt på Gangåsvatnet, hvor det er sterke motstridende interesser. Det ble for eksempel vanskelig å få varige lovendringer i reguleringshøyde, men kraftselskapet har gjort enkelte kompromiss. Gruppens undersøkelser kan tyde på at dette har lite negativ effekt på kraftproduksjonen, samtidig som det i enkelte år kan gi store miljøgevinster. Likevel virker det som om vannhøyden stort sett har vært jevn i viktige perioder tidligere år også. Nøkkelen ligger nok i kontroll på vannhøyde de årene hvor større flom eller lengre tørke inntreffer. De siste årene har det også blitt ganske strenge krav til vannkvalitet, samt kontroll på forurensning fra landbruk og vei. Totalt sett er det mange faktorer som spiller inn, arbeidsgruppen er likevel av den mening at det de siste årene er gjort mye jobb i forhold til miljø og dermed også god kontroll på miljøet i Gangåsvatnet.

Enkelte av disse målingene fra tidligere år er allerede kommet inn i ulike databaser. Arbeidsgruppen synes derfor det ofte er uoversiktlig og lite samhandling mellom de ulike løsningene. Resultater fra prøvewise finnes, så vidt gruppen bekjent, heller ikke som noen digital løsning. I tillegg er det stor variasjon mellom hyppighet og kvalitet på målinger og rapporter utført på forskjellige vann. Åpenhet mellom ulike aktører vil kunne ulike mye bedre tilgang på data for ulike vann. En god digital tvilling bør kunne bruke disse dataene som allerede er tilgjengelig.

5.Kilder

- (met.no), 12039. 2017. «Met.no.» Juli. Funnet Februar 10, 2021.
https://cms.met.no/site/2/klimaservicesenteret/klimaprofiler/klimaprofil-s%C3%B8r-tr%C3%B8ndelag/_attachment/12039?_ts=15dcb459a0a.
- u.d. 1.
- Asvall, Randi Pytte. 2010. «Hvordan is i vassdrag dannes .» *Norges vassdrags- og energidirektorat* . Desember. Funnet Februar 15, 2021.
https://publikasjoner.nve.no/rapport/2010/rapport2010_20.pdf.
- Atle Harby, Torbjørn Forseth, Ingeborg Helland. 2017. *Går det an å produsere lønnsom vannkraft og samtidig ta hensyn til naturen?* 16 Februar. Funnet Februar 17, 2021.
<https://www.cedren.no/Nyheter/Article/ArticleId/4221/Gar-det-an-a-produsere-lonnsom-vannkraft-og-samtidig-ta-hensyn-til-naturen>.
- Bekk og Strøm AS. 2019. «Konsesjonssak - Omgjøring av konsesjon for Gangåsvatn.» NVE. 1 Mars. Funnet Februar 18, 2021.
<https://webfileservice.nve.no/API/PublishedFiles/Download/201836332/2702594>.
- Bekk og strøm. u.d. *Skjenaldfossen*. Funnet Februar 17, 2021.
<https://bekkogstrom.no/datasenter.no/plants/skjenaldsfossen>.
- Bekk og Strøm. u.d. *Skjenaldfossen*. Funnet Februar 17, 2021.
<https://bekkogstrom.no/nb/plants/skjenaldsfossen>.
- . u.d. *Sølbergfallet* . Funnet Februar 17, 2021.
<https://www.bekkogstrom.no/nb/plants/solbergfallet>.
- Brox, Karl H. 2008. «Svorkmyran - en spesiell opplevelse.» *Adressa - Dagsmagasin*, 14 August.
- Fylkesmannen i Sør-Trøndelag. 2016. *Statsforvalteren.no*. 8 Februar. Funnet Februar 10, 2021.
<https://www.statsforvalteren.no/nb/Sor-Trondelag/Miljo-og-klima/Nyheter-miljo-og-klima/Klimaprofil-Sor-Trondelag/>.
- Hias. u.d. *Årstidene i en innsjø*. Funnet Februar 19, 2021. <https://www.hias.no/om-hias/vann-og-avlop/arstidene-i-en-innsjo/>.
- u.d. <https://ilaks.no/120-trailerlaster-i-dognet/>.
- Johnsen, Bjørn Ove, og Nils Arne Hvidsten. 2004. «Krav til vannføring i sterkt regulerte smålaksvassdrag.» NINA. Funnet Februar 17, 2021.
https://publikasjoner.nve.no/rapport_miljoebasert_vannfoering/2004/miljoebasert2004_04.pdf.
- Landbruksdirektoratet. u.d. Funnet Februar 17, 2021.
<https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/jordbruk/klima-og-miljo/gjodsling>.
- Lien, Anne May. 2002. *Marflo gir ørret og røye med rødt kjøtt*. 31 August. Funnet Februar 21, 2021.
<http://fjellogfiske.no/tur.asp?id=188>.

- Lien, Anne-May. 2002. *Fjellfiskens matvaner oppsummert: Fjellogfiske*. 31 August. Funnet Februar 15, 2021. <http://fjellogfiske.no/tur.asp?id=187&fbclid=IwAR1AuCN3MFM5W-xBbKIDR4tXIPqbvkiALZqXu66b8W0a6b85Ire23zduYg4>.
- Lovdata. u.d. *Forskrift om fredning for Svorkmyran naturreservat, Orkdal kommune, Sør-Trøndelag*. Funnet Februar 17, 2021. <https://lovdata.no/dokument/LF/forskrift/1983-12-23-2027>.
- Lovdata. u.d. «<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-12-15-1446>.»
- . 2018. «Lov om regulering og kraftutbygging i vassdrag (vassdragsreguleringsloven).» *Lovdata*. 1 Januar. Funnet Februar 17, 2021. <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1917-12-14-17>.
- . 2018. *Lov om vassdrag og grunnvann (vannressursloven)*. 1 Januar. Funnet Februar 17, 2021. https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2000-11-24-82#KAPITTEL_3.
- lvk. u.d. *Vassdragsreguleringsloven*. Funnet Februar 17, 2021. <https://lvk.no/vassdragsreguleringsloven>.
- Løkeland, Mads. 2018. «Regulering av Gangåsvatnet i strid med forskrift for svorkmyran naturreservat? .» *Naturvernforbundet*. 15 Juli. Funnet Februar 2021, 17. <https://naturvernforbundet.no/getfile.php/13135704-1531819135/Fylkeslag%20S%C3%B8r-Tr%C3%B8ndelag/Orklaregionen/Dokument/2018/Gang%C3%A5svatnet/Regulering%20i%20strid%20med%20forskrift-Gang%C3%A5svatnet-15-07-18.pdf>.
- Meteorologisk Institutt. 2017. *Det blir våtere: Meteorologisk Institutt*. 1 Januar. Funnet Februar 15, 2021. <https://www.met.no/vaer-og-klima/det-blir-vatere>.
- Miljødirektoratet . u.d. *Verneområde*. Funnet Februar 2021, 17. <https://faktaark.naturbase.no/?id=VV00001429>.
- Miljødirektoratet. u.d. «<https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/forurensning/overgjodsling/tilforsler-av-naringssalterfra-jordbruk/>.»
- . 2019. <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/forurensning/overgjodsling/tilforsler-av-naringssalterfra-jordbruk/>. 31 Mai. Funnet Februar 17, 2021. <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/forurensning/overgjodsling/tilforsler-av-naringssalterfra-jordbruk/>.
- Miljølære.no. u.d. *Livet i ferskvann er truet av sur nedbør*. Funnet Februar 19, 2021. https://www.miljolare.no/tema/vannressurser/artikler/sur_nedbor.php.
- Naturvernforbundet. 2018. *Nedtrapping av Gangåsvatnet - krav om revisjon av reguleringsvilkåra*. 31 August. Funnet Februar 17, 2021. <https://naturvernforbundet.no/trondelag/nytt/nedtapping-av-gangasvatnet-krav-om-revisjon-av-reguleringsvilkara-article38277-1503.html>.
- . u.d. *Vannressursloven*. Funnet Februar 17, 2021. <http://miljojuss.no/lovverket/vannressursloven/>.
- NINA. 2016. «brage.nina.no.» *Effekter av klimaendringer på arter, økosystem og samfunn. Sluttrapport fra strategisk instituttsatsing (SIS) 2011-2015*. 22 Januar. Funnet Februar 15, 2021. <https://brage.nina.no/nina-xmlui/handle/11250/2374603>.

- . 2008. «Forskning.no.» <https://forskning.no/okologi-alternativ-energi-fisk/hva-skjer-med-fisken-nar-innsjoer-brukes-som-kraftmagasiner/281649>. Mandag Mars. Funnet Februar 18, 2021. <https://forskning.no/okologi-alternativ-energi-fisk/hva-skjer-med-fisken-nar-innsjoer-brukes-som-kraftmagasiner/281649>.
- NINA, NIVA. 2020. «Miljødirektoratet.no.» ØKOFERSK - delprogram MIDT: Basisovervåkning av utvalgte innsjøer i 2019. <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1721/m1721.pdf>.
- NIVA. u.d. *Aquamonitor - Langtjern*. Funnet Februar 21, 2021. <http://www.aquamonitor.no/langtjern/Stasjon.aspx>.
- . u.d. *Aquamonitor*. Funnet Februar 21, 2021. <https://www.niva.no/miljodata-pa-nett/aquamonitor>.
- Norges vassdrags- og energidirektorat. u.d. *Vannkraftverk*. Funnet Februar 17, 2021. <https://www.nve.no/energiforsyning/vannkraft/vannkraftdatabase/vannkraftverk/?id=1444>.
- . u.d. *Vannkraftverk*. Funnet Februar 17, 17.02.2021. <https://www.nve.no/energiforsyning/vannkraft/vannkraftdatabase/vannkraftverk/?id=378>.
- Norsk klimaservicesenter. 2021. «Klimaprofil Sør-Trøndelag.» *Klimaservicesenter* . Januar. Funnet Februar 21, 2021. <https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/sor-trondelag>.
- Norsk Klimaservicesenter. u.d. *Om Norsk klimaservicesenter*. Funnet Februar 21, 2021. <https://klimaservicesenter.no/kss/om-oss/om-kss>.
- NVE. 2018. «NVE, Norges vassdrag- og energidirektorat .» *webfileservice.nve.no*. 9 Januar. Funnet Februar 17, 2021. <https://webfileservice.nve.no/API/PublishedFiles/Download/201836332/2566356>.
- . u.d. *Temakart NVE*. Funnet Februar 15, 2021. <https://temakart.nve.no/tema/Skredfaresone>.
- . 2013. «Vannportalen.no.» Funnet Februar 10, 2021. <https://www.vannportalen.no/globalassets/publikasjoner/m49/m49.pdf>.
- Profinor. u.d. *Ledningsevne og konduktivitet i vann*. Funnet Februar 19, 2021. <https://profinor.no/konduktivitet-og-ledningsevne-2/>.
- seNorge.no. u.d. *Om seNorge*. Funnet Februar 18, 2021. <http://www.senorge.no/aboutSeNorge.html?show=on>.
- Sta. u.d. «Klimaprofil Sør-Trøndelag | Fylkesmannen i Sør-Trøndelag (statsforvalteren.no).»
- Statens vegvesen. 2018. *Hvordan påvirker salting innsjøer*. 29 August. Funnet Februar 17, 2021. <https://www.vegvesen.no/fag/veg+og+gate/drift+og+vedlikehold/Vinterdrift/salting/sporsmal-og-svar/pavirker-salting-innsjoer>.
- Store norske leksikon. 2017. *Bunnis*. 25 August. Funnet Februar 15, 2021. <https://snl.no/bunnis>.
- . 2017. *Sarr*. 25 August. Funnet Februar 15, 2021. <https://snl.no/sarr> .
- UIO, Institutt for biovitenskap. u.d. «Innsjøtyper.» <https://www.mn.uio.no/ibv/tjenester/kunnskap/plantefys/leksikon/i/innsjoe.html>.
- Gruppe 3: Amalie, Bendik, Jenny, Markus, Thea Kristine, Tor Arne

2018. «Undersøkelse av vegnære innsjøer,.» 6 Juni. Funnet Februar 5, 2021.

https://www.vegvesen.no/_attachment/2382234/binary/1272354?fast_title=Unders%C3%B8kelse+av+vegn%C3%A6re+innsj%C3%B8er+i+Norge+2017.pdf.

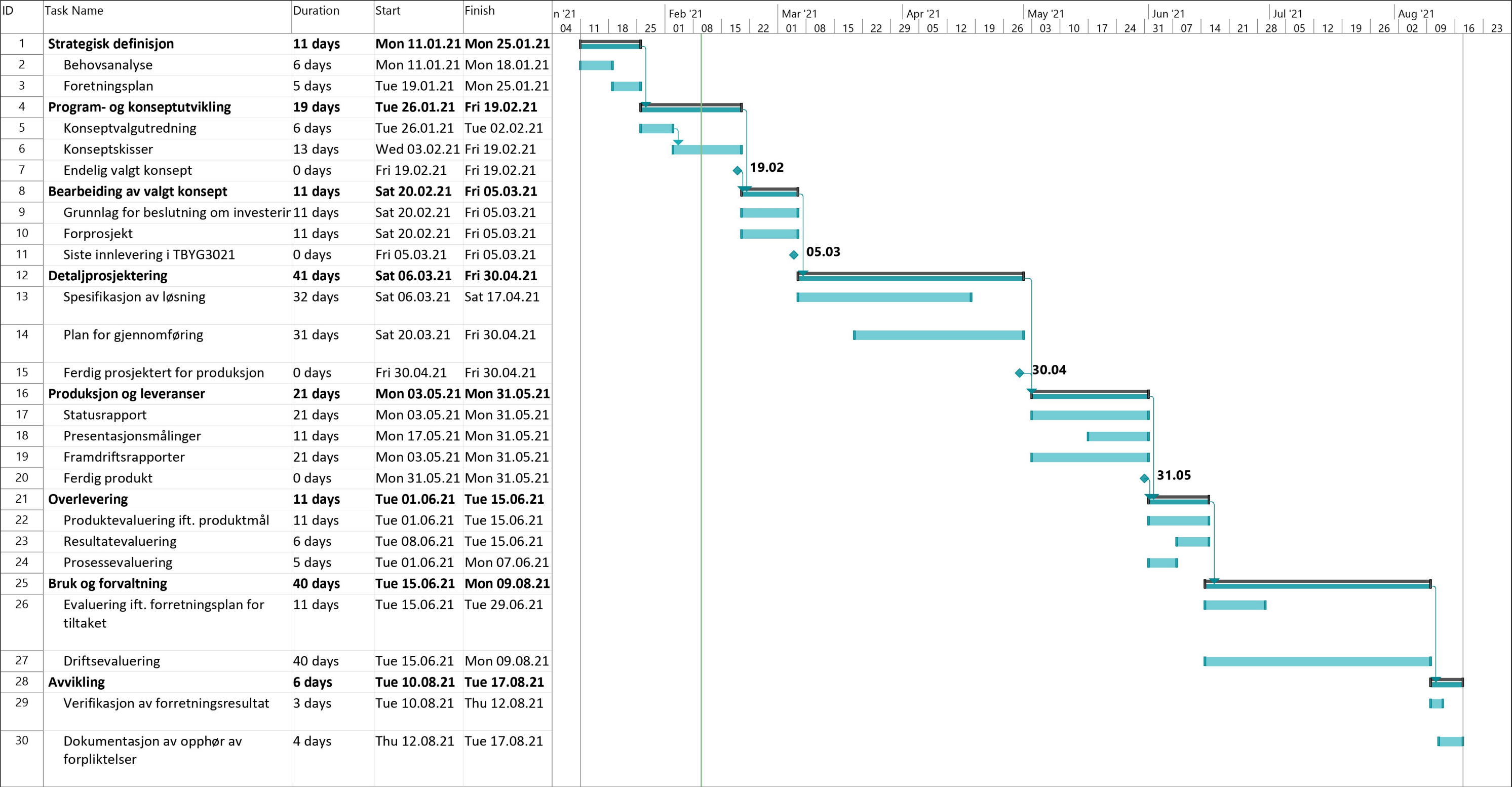
u.d. «Vann-nett.no.» Funnet Februar 13, 2021. <https://vann-nett.no/portal/#/waterbody/121-963-L>.

Yr.no. u.d. *Samarbeidspartnere*. Funnet Februar 18, 2021.

<https://hjelp.yr.no/hc/no/articles/206550249>.

6. Figurliste

Figur 1: Kvalitetshus	15
Figur 2: Antall fisk tatt i Skjenaldelva mellom 14 juni og 15 august, mot magasinshøyde i Gangåsvatnet i samme periode. Man kan ikke se noen sammenheng mellom antall fisk tatt i elva, og vannføring fra Gangåsvatnet, men man kan ikke utelukke dette da målingene har diverse feilkilder. 19	
Figur 3 Utløpet av Gangåsvatnet, med Sølberfallet kraftverk, og Skjenaldfossen kraftverk. (Temakart NVE).....	19
Figur 4: Vannstand på islagte vann. Hentet fra (Asvall 2010).....	30
Figur 5: Diagram for vurdering av innsjøbestander av aure med hensyn på tetthet av fisk og fiskens vekstforhold basert på størrelsen av kjønnsmodne hunnfisk.	32
Figur 6: Røye tatt fra isfiske på Gangåsvatnet. Bilde tatt av Jomar Tørset.....	33
Figur 7: Hentet fra Norsk klimaservicesenter	34
Figur 8: Aktsomhetskart for jord og flomskred, og kvikkleire	35
Figur 9: Endringer i vannstanden fører til erosjon, frysing og tørrlegging av strandsonen, som er et viktig leveområde for både dyr og planter	36
Figur 10: Vannstand 2020, målinger utført av Bekk og Strøm.....	37
Figur 11: Ukentlige vannstandsmålinger utført av Salvesen og Thams.....	37
Figur 12: Graf som viser vannstand or 10 dager, mars 2020	38
Figur 13: Graf som viser vannstand over tre dager, mai 2020	38
Figur 14: (Undersøkelse av vegnære innsjøer, 2018) Målinger av oksygen (mg/l), pH, temperatur °C, og konduktivitet i vannmassene i Gangåsvatnet, oktober 2017.....	39
Figur 15: Årstidene i en innsjø.....	40
Figur 16: Toleranse for surt vann hos ulike ferskvannsarter.....	41
Figur 17: Resultat av spørreundersøkelse	44
Figur 18: Resultat av spørreundersøkelse	46
Figur 19: Eksempel på hvordan et miljødesignprosjekt kan gjennomføres	53



Project: Gantt-skjema teknisk 1
Date: Wed 10.02.21

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

Deadline

Progress

Manual Progress

Page 1

DIGITAL TVILLING TIL GANGÅSVATNET

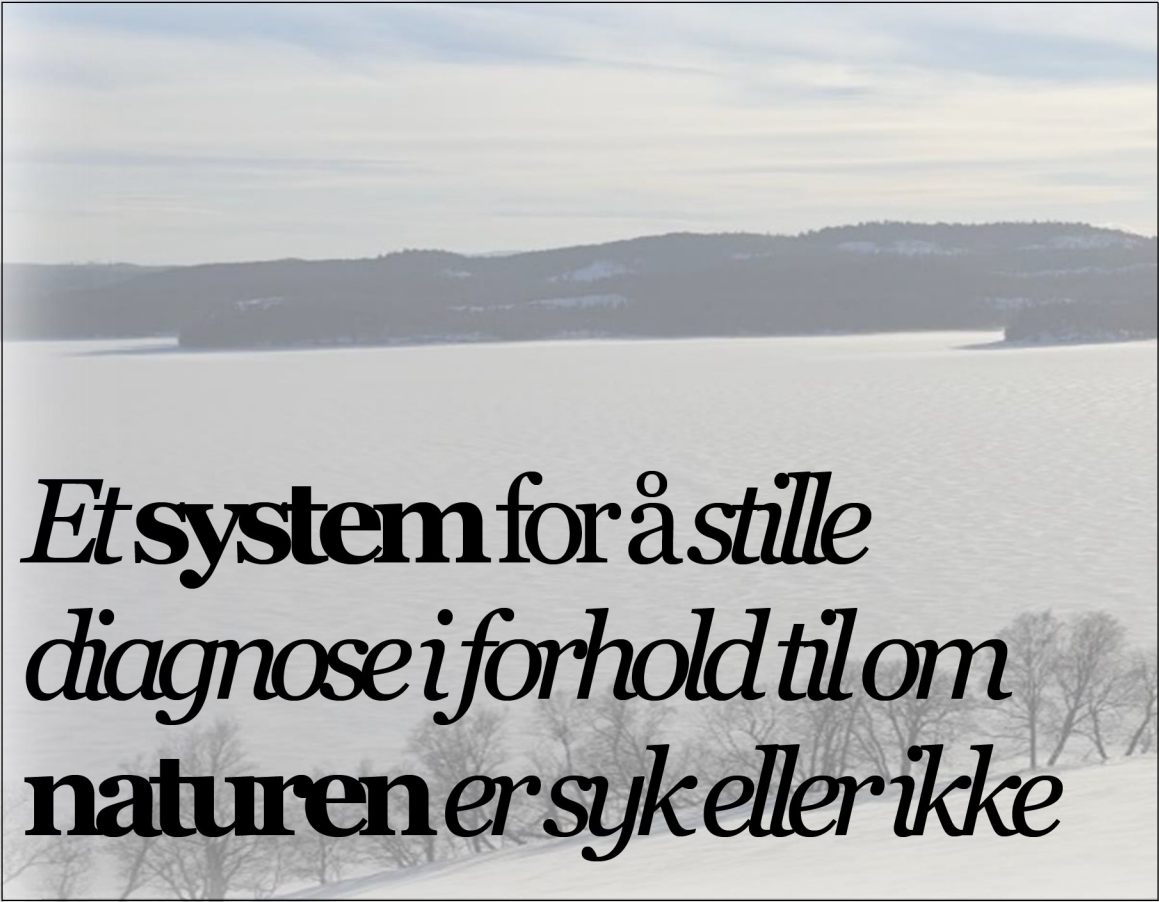
«Et system for å stille diagnose i forhold til om naturen er syk eller ikke»

Gangåsvatnet er et populært fiskevann med direkte tilknytning til Svorkmyran naturreservat og kraftproduksjon i Skjenaldelva. Vannet krever bærekraftig forvaltning!

Vår digitale tvilling er grunnlaget for åpenhet og samarbeid på tvers av interessene. Resultatet er grønn energi, ivaretatt natur og arts mangfold.

«Vi har bare en klode, løsningen er klimadugnad»
- Bendik Horn Hjørtland

«Framtidens klima krever handling i dag!» - Thea Kristine Brenn



Et system for å stille diagnose i forhold til om naturen er syk eller ikke

Å kunne bevare naturen, samtidig som man utnytter naturressursene til å produsere grønn fornybar energi, er en forutsetning for å i fremtiden kunne nå FNs bærekraftsmål.

Det grønne skiftet vi står ovenfor i dag, er bare starten på en omveltning som vil føre til store endringer i måten vi i fremtiden forvalter naturressursene vi besitter.

Problemet er at man ofte ikke tar hensyn til de eksisterende naturlige mekanismene og systemene når man ønsker å utnytte slike resurser. Dyreliv, Planteliv, og uberørt natur blir ofte ofret i prosessen med slike irreversible utbygginger. Et eksempel på slik praksis er når Kraftproduksjon blir utbygd på bekostning av, og ikke i pakt med naturen, noe som på lang sikt er lite gjennomtenkt miljømessig.



Bilde: Fossekallem, Norges nasjonalfugl, trenger et stabilt habitat for å overleve.

Hovedårsaken til dette er at man ikke har hatt god nok kunnskap om mekanismene i naturen, og hvor sårbare disse er i forhold til slike inngrep, og man har vært uvitende om fremtidige konsekvenser av dagens inngrep. Dette må løses for å kunne bevare naturen i fremtiden.



Bilde: Laks, som er en av artene som har lidd under kraftutbygging.

“Vi må alle bidra i klimadugnaden, ikke bare av godhet, men av nødvendighet”

Bendik Horn Hjartland

For å unngå skade på sårbare økosystemer må man kartlegge hvordan disse påvirkes av ulike inngrep over tid. Ressursene må så forvaltes på bakgrunn av denne kunnskapen, og man må legge til rette for at man i ekstra sårbare perioder, nedprioriterer produksjon til fordel for naturmangfoldet. Man kan på bakgrunn av dette også i perioder øke produksjonen, slik at dette også kan være med på økt produksjon totalt.

Man må også oppdatere lovverket, slik at dette er tilpasset en kraftproduksjon som sikrer arts mangfold og gode levevilkår for planter og dyr. Målrettede tiltak som kan bevare arts mangfoldet må også innlemmes i lovverket, som laksetrapper som sikrer laksen vandringsmulighet, og pålagt minstevannføring i vassdrag med anadrome fiskestammer. Hvis slike tiltak ikke prioriteres bedre enn det har blitt gjort tidligere, vil vi i takt med økt utbygging miste mye av arts mangfoldet Norge har i dag. Flere arter vil stå i fare for å bli utryddet, som igjen vil få ringvirkninger vi enda ikke aner konsekvensene av.

Kun med målrettede tiltak vil vi kunne klare FNs bærekraftsmål, som krever en grønn omstilling i kraftproduksjonen, samtidig som man tar vare på, og tilrettelegger for et bredt arts mangfold. Målet må være at vi ikke bare skal opprettholde dagens naturlige mangfold, men at vi ved bruk av ny teknologi kan forbedre, og tilrettelegge for ett større mangfold enn det vi har i dag.

Digital tvilling

Skrevet av Bendik Horn Hjartland

Et system som kan være med på å sikre naturen mot skadelige inngrep.

En digital tvilling med alle relevante parametere, vil være med på å kunne fastslå tilstanden til økosystemer, og vil kunne varsle tidlig om uønskede hendelser, slik at man unngår hendelser som potensielt kan føre til store skader på naturen.

Ved at man digitaliserer tilgjengelig informasjon, og samtidig involverer alle berørte instanser på tvers av fagområde i samme system, vil man oppnå en felles forståelse rundt naturforvaltningen. Dette vil føre til at man kan forvalte ressursene fornuftig, samtidig som man kan effektivisere kraftproduksjonen. Dette digitale systemet kan være med på å bevare arts mangfoldet, samtidig som man øker produksjonen av etterspurt grønn fornybar energi.

FNs bærekraftsmål:

- Ren energi til alle
 - Stoppe klimaendringene
 - Bevare livet i havet
 - Bevare livet i havet
- Ansvarlig forbruk og produksjon
 - Samarbeid for å nå målene
 - Industri og innovasjon

