

Sarpsborg kommune

► Farekartlegging og farehåndtering

Baterød

Oppdragsnr.: **52204016** Dokumentnr.: **02** Versjon: **J02** Dato: **2023-02-28**



Oppdragsgiver: Sarpsborg kommune
Oppdragsgivers kontaktperson: Stein Solheim Olsen
Rådgiver: Norconsult AS, Brøløvsvegen 57, NO-3840 Seljord
Oppdragsleder: Leif Simonsen
Fagansvarlig: Mathias H. Kleppen
Andre nøkkelpersoner: Anne-Marie Bomo, Frida Celius Kalheim

Forsidefoto: Utsikt fra Baterød over Glomma mot Hasle trafostasjon.

J02	2023-02-28	Til bruk	FriKal, MatKle, AnBom, LeSim	LeSim	MatKle
B01	2023-01-24	Utkast for oppdragsgivers gjennomgang	FriKal, MatKle, AnBom, LeSim	LeSim	MatKle
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

► Sammendrag

Norconsult har på oppdrag fra Sarpsborg kommune gjennomført en farekartlegging av forurensningsrisiko for drikkevannsressursen Glomma med lokalt nedbørsfelt i tilknytting til Baterød vannverk. Farekartleggingen er et omfattende kunnskapsgrunnlag som danner basis for farehåndtering. Farehåndteringen er presentert som et sett med ulike tiltak. Samlet oppfyller disse elementene krav fremsatt i drikkevannsforskriftens § 6.

Oppdraget har vært utført i tett samarbeid med Sarpsborg kommune, som har stilt med mannskap fra flere ulike sektorer. Mattilsynet har vært representert i to møter i løpet av arbeidsprosessen.

Glomma er en god råvannskilde til produksjon av drikkevann pga. stor vannføring og kapasitet. Forurensninger som følge av uhell/ulykker vil ikke oppholde seg lenge ved råvannsinntaket, men transporteres vekk med vannstrømmen. På den annen side er Glomma kontinuerlig hygienisk forurenset, og det vil også forekomme kjemiske mikroforurensninger fra flere ulike kilder. Man kan ikke regne noen form for barriereeffekt i hverken nedbørsfelt eller selve elvestrengen. Dette medfører at Baterød vannverk blir driftet som et fullrenseanlegg der alle barrierer er bygget inn i vannbehandlingsprosessen. Det planlegges for ny vannbehandlingslinje ved Baterød på høyere kote for å unngå problematikk knyttet til flom.

Råvannskvaliteten i Glomma ved Baterød er i stor grad styrt av forhold fra oppstrøms nedbørsfelt utenfor kommunens grenser. Det pågår et stort arbeid etter vannforskriften for å oppnå god (eller bedre) kjemisk og økologisk kvalitet i alle vannforekomster [1], samtidig som også nye krav til rensegrad fra avløpsrenseanlegg vil føre til mindre forurensning fra disse [2]. Mengden av miljøgifter man finner i vannforekomster har gått ned siden 1970-tallet, som en følge av strengere lovregulering. Siden flere av disse stoffene er tungt nedbrytbare kan man fortsatt finne de som mikroforurensninger i vassdrag som man ved drikkevannsproduksjon bør være bevisst på. Samlet sett vil dette bidra til at råvannskvaliteten i Glomma mhp. disse parameterne bedres i årene fremover.

Klimaet varierer i store og mindre sykluser. Det er en forventning om et varmere og våtere klima i årene fremover. Dette kan føre til større variasjon i både vannføring og råvannskvalitet. I et fullrenseanlegg som Baterød er det viktig at man har en robust vannbehandling, og en driftsorganisasjon med kompetanse til å håndtere brå endringer i råvannskvalitet.

Det meste av påvirkningene på råvannskvaliteten i Glomma kommer som nevnt fra aktiviteter og naturlige forhold i oppstrøms areal. «Klassiske» tiltak i nedbørsfeltet, som man kjenner fra tiltaksplaner for innsjøer brukt som drikkevannskilder (f.eks. Isesjø), er derfor mindre relevante. På grunn av Glommas størrelse og det store påvirkningsområdet i oppstrøms nedbørsfelt vil det ikke bli anbefalt spesielle bestemmelser eller restriksjoner knyttet til allmenhetens bruk av Glomma i det nære nedbørsfeltet til Baterød, herunder motorisert ferdsel. Ev. forurensninger som følge av ulike ordinære rekreasjonsaktiviteter (fishing, bading, tur, båtliv m.m.) vurderes å ha svært liten effekt på råvannskvaliteten, og ubetydelig effekt på drikkevannskvaliteten.

Sarpsborg kommune er vannverkseier, men kommunen har også mange andre roller. I arbeidet med å dekke ulike behov fra forskjellige sektorer kan interessekonflikter oppstå. Gitt at Sarpsborg kommune har ønske om å etablere potensielt svært forurensende industri (ved storulykke) på Hasle, som ligger 2 km oppstrøms råvannsinntaket til kommunens egen vannforsyning ved Baterød, så anbefales det å etablere hensynssone som dekker oppstrøms areal innen de nære delfelt på begge sider av Glomma. Funksjonen til denne hensynssonen vil primært være å synliggjøre vannverksinteressene i området, og bestemmelsene vil være knyttet til allerede eksisterende rammebetingelser.

► Innhold

1	BESKRIVELSE AV GLOMMA MED NEDBØRSFELT	7
1.1	AREALAVGRENSNING AV NEDBØRSFELT	11
1.2	VANNKVALITETEN I GLOMMA	13
1.2.1	Vannkvalitet ved råvannsinntaket til Baterød vannverk	18
1.2.2	Vannkvalitetsdata fra Vannmiljø	25
1.2.3	Oppsummering – vannkvalitet	29
2	BATERØD VANNVERK	31
2.1	KORT OM BATERØD VANNVERK	31
2.1.1	Vannbehandling og hygieniske barrierer	33
2.2	PRODUKSJON AV DRIKKEVANN OG FORVALTNING AV RÅVANN	35
3	GLOMMA MED NÆROMRÅDE BATERØD – KILDER TIL FORURENSNING	37
3.1	GENERELT OM MIKROBIOLOGISKE OG KJEMISKE FORURENSINGER, OG NATURLIGE ENDRINGER	37
3.2	LANDBRUK	37
3.2.1	Jordbruk	38
3.2.2	Husdyrbruk	46
3.2.3	Skogbruk	51
3.3	AVLØPSVANN	57
3.3.1	Generelt om avløp	57
3.3.2	Kommunalt avløp	57
3.3.3	Spredt avløp	65
3.4	KJEMISK FORURENSNING AV GLOMMA – ORGANISKE MILJØGIFTER	66
3.4.1	Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)	67
3.4.2	Per- og polyfluorert alkylstoffer (PFAS)	68
3.4.3	Organisk klorerte pesticider (kjemiske plantevernmidler)	69
3.4.4	Polyklorerte bifenyler (PCB)	69
3.4.5	Bromerte flammehemmere	70
3.4.6	Medisinrester og personlige hygieneprodukter	71
3.4.7	Hormonforstyrrende stoffer	71
3.5	ANNEN KJEMISK FORURENSNING	72
3.5.1	Mikroplast	72
3.5.2	Samferdsel	74
3.5.3	Radioaktivt nedfall	75
3.5.4	Cyanobakterier – toksiner, lukt og smak	77
3.5.5	Kort vurdering av mulig batterifabrikk - Hasle	79
3.6	NATURLIGE ÅRSAKER TIL FORVERRET RÅVANNSKVALITET I GLOMMA	82
3.6.1	Klimaendringer – fargetall og organisk karbon	82
3.6.2	Naturfare - flom, skred, tørke og skogbrann	85
4	TILTAK – FAREHÅNDBLING	89
4.1	TILTAK TIDLIGVARSLING	89
4.2	TILTAK ETABLERE HENSYNSSONE ETTER NEDBØRSFELTGRENSER	90
4.3	TILTAK LANDBRUK – JORDBRUK, HUSDYRBRUK OG SKOGBRUK	92
4.4	TILTAK KOMMUNALT- OG SPREDT AVLØP	93

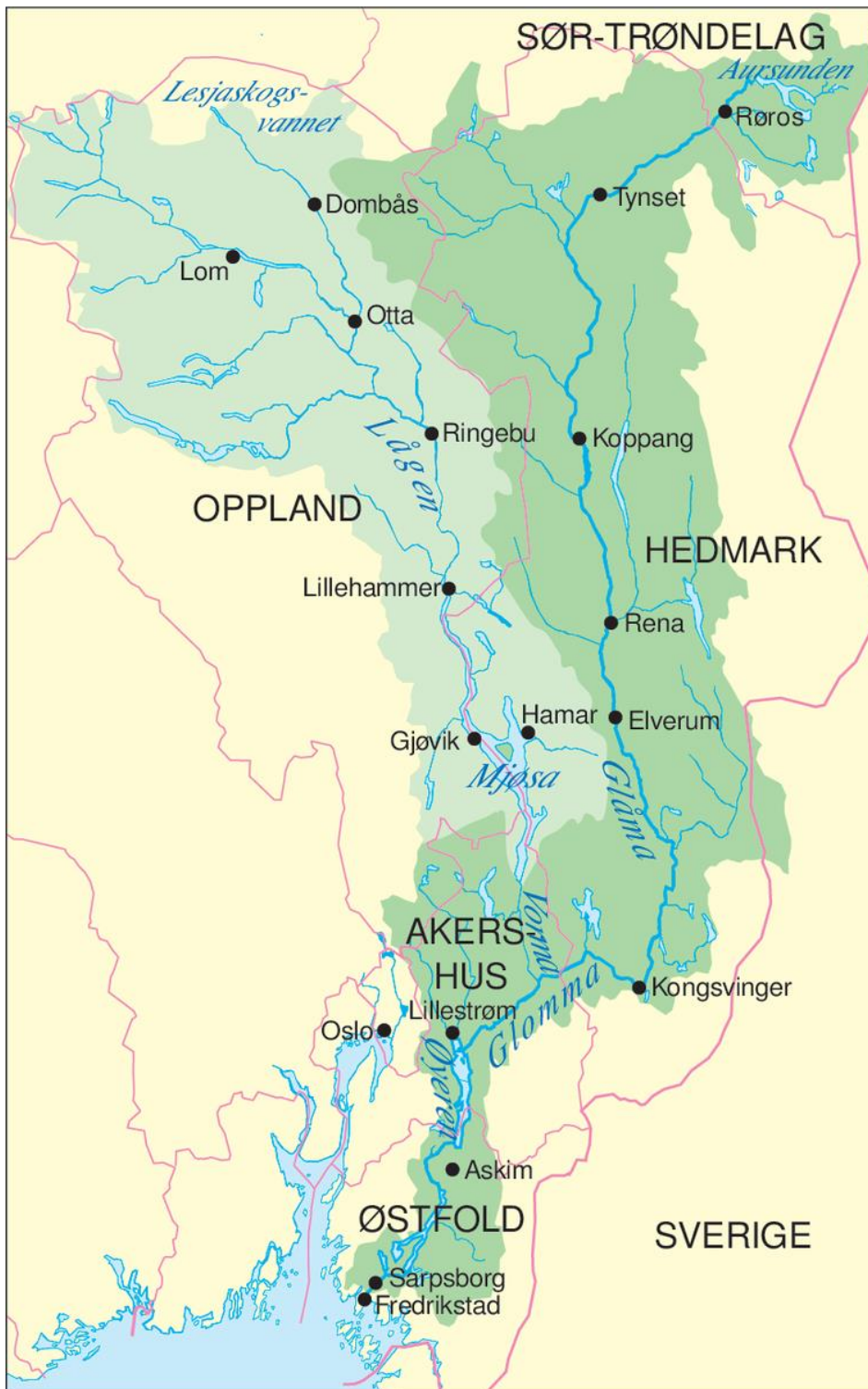
4.5	TILTAK PRØVETAKING.....	94
5	REFERANSER.....	95

1 Beskrivelse av Glomma med nedbørsfelt

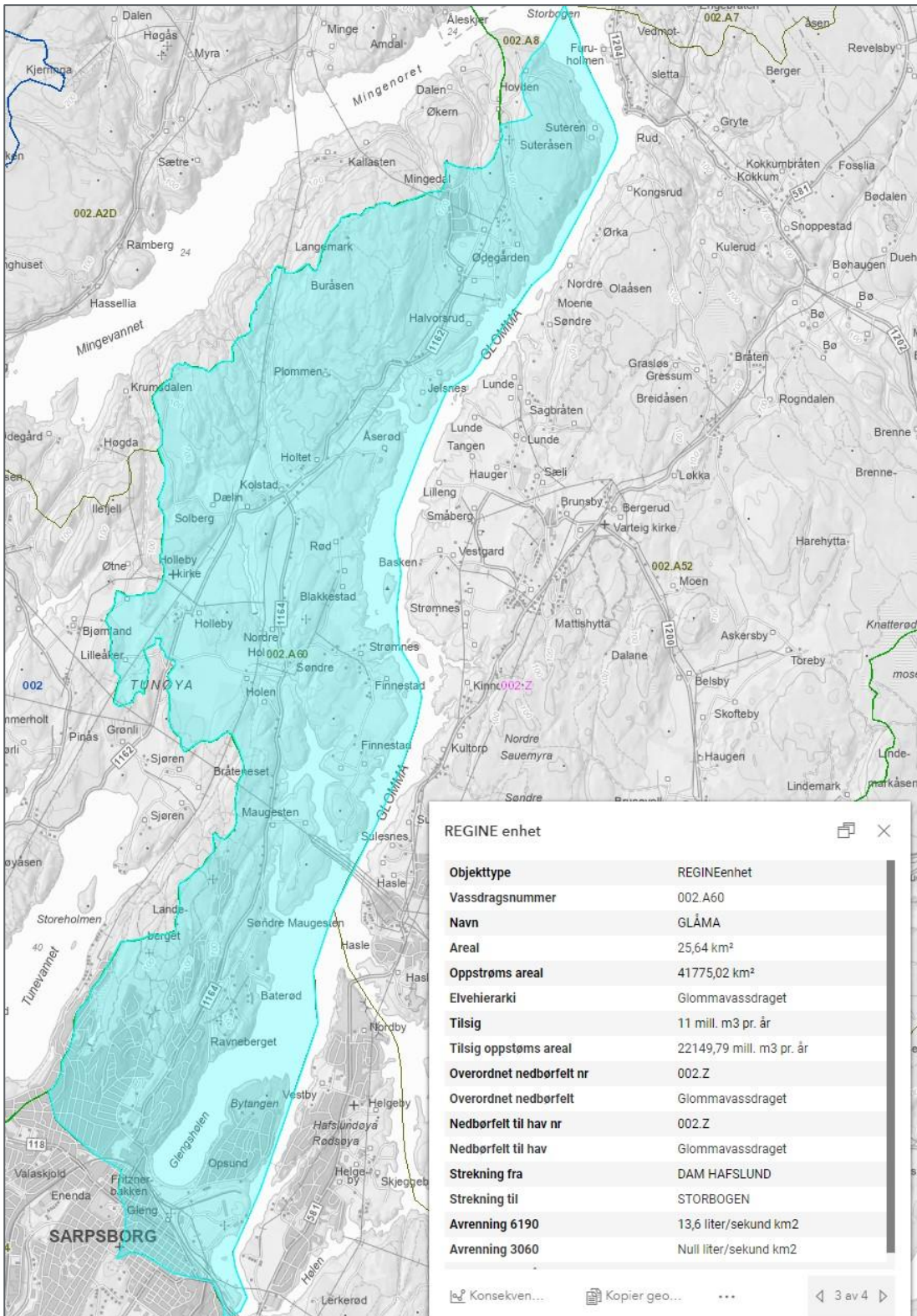
Baterød vannverk benytter Glomma som råvannskilde. Glomma er Norges lengste og mest vannrike elv; den har også det største nedbørsfeltet av landets elver. Fra Tydalsfjellene til Fredrikstad er lengden 623 kilometer. Glommavassdraget har et samlet nedbørsfelt på 41 970 kvadratkilometer (km²) hvorav 422 km² i Sverige. Nedbørsfeltet (i Norge) utgjør 12,8 prosent av Norges samlede areal (Figur 1, Figur 2, Figur 3). Dette betyr at vannkvaliteten i Glomma er styrt av naturgitte forhold og menneskelige aktiviteter langt unna Sarpsborg kommune sitt virkeområde.

Det å benytte råvann fra en stor elv i stedet for en innsjø gir et sett med fordeler og utfordringer som må hensyntas i en farekartlegging. Farehåndteringen eller tiltakene for å sikre produksjon av rent drikkevann til befolkningen vil også være annerledes. Forurensende aktivitet i nedbørsfeltet oppstrøms Sarpsborgs kommunegrense er utfordrende å få gjort noe med, men aktiv deltakelse av vannverksinteressene opp mot arbeid utført av Vannområdet Glomma Sør vil være relevant. Man kan ikke regne noen form for barriereeffekt i hverken nedbørsfelt eller i elvestrengen så et tilstrekkelig antall hygieniske barrierer må legges til selve vannbehandlingen.

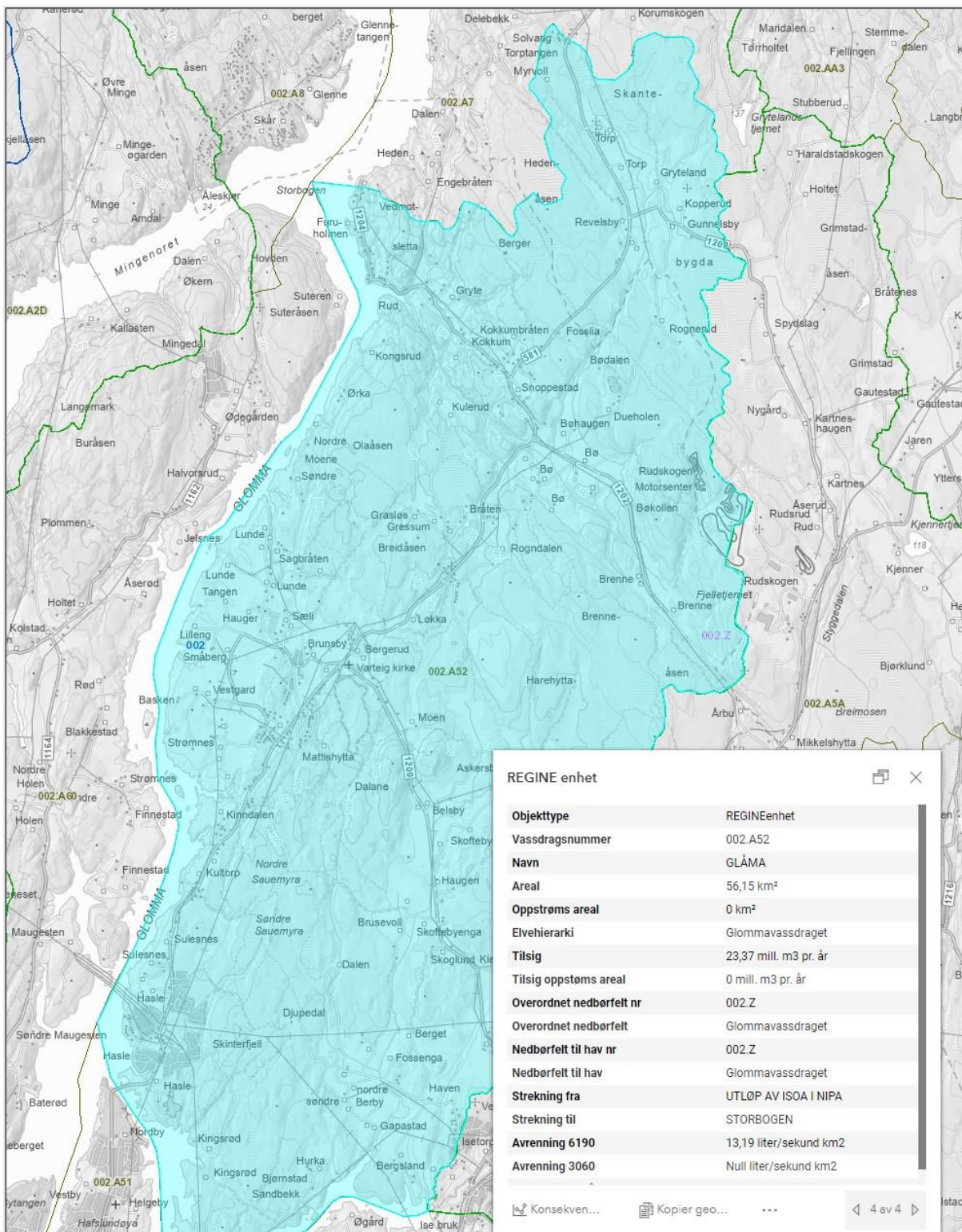
En utfordring med råvannsinntak i elv er at vannkvaliteten kan endres raskt f.eks. som følge av flom, styrtregn eller uhell/ulykker i oppstrøms areal. Vannkvaliteten styres i stor grad av vannføringen. På den annen side så er det fordelaktig at slike påvirkninger forblir kortvarige da forurensninger utover de som alltid er til stede (f.eks. mikrobiologisk forurensning) vil renne forbi og ikke forbli i vannmassene i lengre tid slik som i en innsjø. Da man i liten grad kan styre slike hendelser vil et svært relevant tiltak være tidligvarsling av uønskede hendelser, så man kan justere vannbehandlingen etter forholdene som kommer, eller ev. stenge råvannsinntaket og benytte seg av reservevannsamarbeid i en kortere periode.



Figur 1: Glomma. Glommas nedbørsfelt markert med grønt. Nedbørsfeltet til sidevassdraget Gudbrandsdalslågen er markert med lysere grønnfarge [3].



Figur 2: Nedbørfelt Baterød vest, vassdragsnummer 002.A060 [4].



Figur 3: Nedbørfelt Baterød øst, vassdragsnummer 002.A52 [4].

1.1 Arealavgrensning av nedbørsfelt

Siden Glomma er så stor må man danne seg et bilde av hva som kan være en fornuftig avgrensning mhp. Baterød vannverk. Fra Baterød til Sarpsborg sin kommunegrense oppstrøms i Glomma er det ca. 11 km. Dette er rett nord for Tunøya der Glommasjøen deler seg i to løp. Det østlige hovedløpet, som beholder Glommanavnet, går forbi Baterød og videre ut Sarpefossen. Vestlige løp kalles Mingevannet før det ved Trøsken skifter navn til Vestvannet. Noe av dette vannet går via Ågårdselva til Visterflo, mens noe går i råvannstunnelen i Isnesfjorden videre til FREVAR sitt vannbehandlingsanlegg, og noe går inn i den østlige delen av Vestvannet. Dette er en «blindtarm» av Glomma, demmet opp av raet i sør. Utskiftning av dette vannet skjer derfor vesentlig som følge av endringer i Glommas vannføring.

Fra Baterød og nordover til utløpet av Øyeren ved Mørkfoss er det ca. 50 km. Med unntak av de første 11 km er det resterende strekket utenfor Sarpsborgs kommunegrense. Det er allikevel relevant å holde seg oppdatert på større hendelser som kan ha negativ effekt på vannkvaliteten i dette strekket. Fra utløpet av Øyeren ved Mørkfoss opp til innløpet til Øyeren ved Fetsund er det ytterligere ca. 32 km. Foruten Glomma, så drenerer også Nitelva og Leira inn i Øyerens nordlige basseng. Med en oppholdstid på ca. 20 dager har Øyeren en begrenset, men allikevel en viss effekt som sedimentasjonsbasseng for oppstrøms forurensninger.

Mellom Baterød og Mørkfoss er nedbørsfeltet kjennetegnet av aktivt jordbruk hvor store deler av arealet er dyrket mark. De største tettstedene er Askim, Mysen, Spydeberg, Rakkestad og Skiptvedt. Disse tettstedene har næringsareal med ulik småindustri, men det finnes også mindre foretak på private eiendommer langs elvestrengen der det foregår ulik næringsvirksomhet med potensiale for mindre forurensninger av Glomma.

Vannkvaliteten i Øyeren er langt bedre i dag enn f.eks. på 80-tallet, og arbeid med ytterligere forbedringer pågår etter vannforskriften. Det samme gjelder for Vormå og nedbørsfeltets største innsjø Mjøsa. Vannforekomster oppstrøms Mørkfoss blir ikke diskutert i det videre. Her må Sarpsborg kommune støtte seg til at oppstrøms kommuner oppfyller lovverket mhp. beskyttelse av vannforekomster.

Tabell 1: Tilstandsklassifisering av Glomma fra utløpet til Øyeren til Sarpsborg [5].

Elvestrekk	Økologisk tilstand	Kjemisk tilstand
Glomma fra Øyeren til Solbergfoss (002-3356-R)	God	God
Glomma Solbergfoss – Kykkelsrud (002-4856-R)	Moderat	God
Glomma Kykkelsrud – Vamma (002-4858-R)	Moderat	God
Øvre deler av Glomma i Østfold (002-4859-R)	Moderat	God
Glomma fra Furuholmen til Sarpefossen – Østre løp (002-1519-R)	Moderat	Dårlig

Tabell 1 viser tilstandsklassifiseringen fra www.vann-nett.no av Glomma fra utløpet til Øyeren til Sarpefoss, sør for Baterød. Glomma mellom Øyeren og Sarpsborg er delt i fem. Ved utløpet til Øyeren er Glomma klassifisert med god økologisk og kjemisk tilstand. Fra Solbergfoss og ned til Sarpefoss er den økologiske tilstanden moderat. Den økologiske tilstanden blir satt til moderat i kategorien «Fisk» ned til Furuholmen. Ved Furuholmen er det moderat økologisk tilstand basert på undersøkelser av bunndyrsamfunn i rennende vann. Den kjemiske tilstanden til Glomma er god frem til Furuholmen, hvor strekket mellom Furuholmen og Sarpefoss får tilstandsklasse dårlig. Konsentrasjonen av krom og kromforbindelser, kobber og kobberforbindelser og sink og sinkforbindelser gjør at tilstandsklassen blir dårlig. I tillegg er det målt nivåer av organiske miljøgifter (PAH) som gir tilstandsklasse dårlig. Lokaliteten der analysene er tatt ligger rett nord for Sarpefossen, og relativt langt nedstrøms råvannsinntaket til Baterød. Ut fra disse målingene blir hele vannlokaliteten klassifisert til dårlig kjemisk kvalitet, men det er mulig tilførselene av nevnte kjemiske stoff blir tilført Glomma nedstrøms råvannsinntaket på Baterød. Basert på rå- og rentvannsprøver ved vannverket er det ingenting som tilsier at dette er en utfordring for drikkevannskvaliteten.

1.2 Vannkvaliteten i Glomma

For denne rapportens del er det sett detaljert på råvannsdata fra inntaket til Baterød vannverk (data mottatt av Sarpsborg kommune). Råvannsdataene er benyttet for å kunne si noe om vannkvaliteten i denne delen av Glomma og kvaliteten på råvannet før drikkevannsbehandlingen. Vannkvaliteten i Glomma har store variasjoner, både geografisk og gjennom året. Den hyppige prøvetakningen av råvannet til Baterød vannverk gir likevel et godt bilde av vannkvaliteten i denne delen av Glomma.

Det foreligger også vannkvalitetsdata for Glomma i databasen Vannmiljø¹ ([www.vannmiljø.no](http://www.vannmiljo.no)). For den del av Glomma som er relevant for kartlegging av vannkvalitet nær Baterød vannverk er det imidlertid få punkter med data på vannkvalitet av relevans for denne rapporten (fysisk/kjemiske og hygieniske parametere). I denne rapporten er det sett på vannkvalitetsdata i nærmeste prøvetakingspunkt oppstrøms Baterød; ved Hasle Hageby (Figur 4).

¹ Vannmiljø er miljøforvaltningens fagsystem for lagring og analyse av data om miljøtilstanden i vann. Vannmiljø eies og driftes av Miljødirektoratet. De primære datakildene er resultater av nasjonal og regional miljøovervåking og kartlegging i regi av Miljødirektoratet, Statsforvalteren eller regional vannmyndighet. Andre viktige kilder er miljøovervåking i regi av sektormyndighet og myndighetspålagt overvåking hjemlet i ulike lovverk. Tilstandsvurderinger av vannkvalitet foregår etter forskjellige kriterier. I henhold til vannforskriften skal alle vannforekomster ha minst god økologisk og god kjemisk tilstand. Det er utarbeidet egne grenseverdier for fastsettelse av miljøtilstand. Klassifiseringen omfatter både biologiske kvalitetselementer og fysisk/kjemiske støtteparametere



Figur 4: Målepunkt i databasen Vannmiljø. Data fra målepunkt ved Hasle hageby er vurdert i denne rapporten [6].

Det er fokusert på enkeltparametere som har relevans for drikkevannskvalitet og som gir informasjon om hygienisk kvalitet, fysisk/kjemisk parametere og næringsstoffer. For vurdering av vannkvalitet er det tatt utgangspunkt i følgende parametere (Tabell 2):

Tabell 2: Parametere for vurdering av vannkvalitet i Glomma, nær Baterød vannverk

Parameter	Enhet	Analyseperiode	Lokasjon	
			Råvannsinntak Baterød	Hasle Hageby (prøvepunkt fra Vannmiljø)
Hygieniske parametere:				
<i>E. coli</i>	MPN/100 ml	2014-2022	x	
Termotolerante koliforme bakterier (TKB)	CFU/100 ml	2014-2022		x
Intestinale enterokokker	CFU/100 ml	2014-2022	x	
<i>Clostridium perfringens</i>	CFU/100 ml	2017-2022	x	
Giardia	Antall/20 L Antall/10 L	2015-2020	x	
Cryptosporidium	Antall/20 L	2015-2020	x	
Fysisk/kjemiske parametere:				
Turbiditet	FNU	2014-2022	x	
Total organisk stoff (TOC)	mg/l	2017-2022	x	
Fargetall	mg Pt/l	2014-2022	x	
pH		2014-2022	x	
Konduktivitet	mS/m	2017-2022	x	
Microcystin	µg/l	2015-2022	x	
Total fosfor (Tot-P)	µg/l	2014-2022		x
Total nitrogen (Tot-N) og ammonium (NH ₄ - N)	µg/l	2020-2022		x

Mattilsynet utgav i 2021 en veileder for vurdering av råvannskvalitet [7]. Veilederen angir hvilke parametere som er relevante for å kunne beskrive råvannskvalitet, helserisiko og for å vurdere

egnethet som drikkevannskilde. Veilederen angir grenseverdier for ulike parametere, og avhengig av konsentrasjonsnivå havner vannkilden i kategoriene “egnet”, “mindre egnet” eller “ikke-egnet”. Grenseverdiene som er lagt til grunn for kategoriinndelingen (Tabell 3) er basert på enkel vannbehandling. Forhold i kilden eller nedbørsfeltet som vil kreve utvidet vannbehandling eller forebyggende tiltak, vil medføre at vannkilden havner i kvalitetsklasse «Ikke egnet». Glomma er en utfordrende råvannskilde med tanke på størrelsen på nedbørsfeltet med mange potensielt forurensende aktiviteter og forhold oppstrøms Baterød vannverk, som kan påvirke vannkvaliteten. Generelt er også elv som råvannskilde utfordrende da det ikke er noen barriereeffekt i kilden. Dette i motsetning til innsjøer, hvor lagdeling av vannmasser og plassering av råvannsinntak under sprangsjikt kan gi en god beskyttelse mot forurensinger fra overflaten. Dette er ikke tilfelle for Baterød vannverk og inntaket ligger også relativt grunt. Av disse årsaker vil Glomma som råvannskilde fort bli vurdert som “ikke-egnet” etter Mattilsynets veileder, med behov for utvidet vannbehandling. Dette er hensyntatt og vannbehandlingen ved Baterød er etablert for å imøtekomme en utfordrende råvannskilde (mer om vannbehandling og hygienisk sikkerhet i kap. 2.1.1). For vurdering av de vannkvalitetsdata som foreligger er det likevel gjort en sammenligning med grenseverdiene i Mattilsynets veileder (Tabell 3). Dette da det per nå ikke foreligger andre krav til kvalitet for råvann i Norge. Gjeldende drikkevannsforskrift stiller kun krav til prøvetaking av råvann, men ikke kvalitetskrav. Parameterne som er uthevet i tabellen nedenfor er parametere hvor det for denne rapporten foreligger vannkvalitetsdata.

Tabell 3: Parametere for vurdering av råvannskvalitet med grenseverdier for egnethet etter Mattilsynets veileder [7].

Parameter	Hoved- eller tilleggsparemetere	Enhet	Egnet	Mindre egnet	Ikke egnet
Direkte helserisiko					
E.coli	Hovedparameter	CFU/100ml	0 ^{70*}	-	0 ⁵⁰
Intestinale enterokokker	Hovedparameter	CFU/100ml	0 ^{70*}	-	0 ⁵⁰
Somatiske kolifager	Hovedparameter	PfU/100ml	<50 ^{**}	>50 ^{**}	
Total fosfor	Hovedparameter	µg/l	≤10	11-20	>20
Klorofyll-a	Hovedparameter	µg/l	<4	4-7	>7
PFAS	Tilleggsparemetere	µg/l	<0,1	-	
Microcystin	Tilleggsparemetere	µg/l	<1	-	>1
Konduktivitet	Tilleggsparemetere	mS/m			>300
Potensiell helserisiko					
Oksygennivå	Hovedparameter	%	>70	<70	
Farge	Hovedparameter	mg/l Pt	<10	10-20	>20
Turbiditet	Hovedparameter	NTU ^{***}	<1	-	>1
Temperatur	Hovedparameter	°C	<10 ^{****}	-	
Jern	Hovedparameter	µg/l	<200	-	>200
Mangan	Hovedparameter	µg/l	<50	-	>50
pH	Hovedparameter	-	6,5-9,5	-	<6,5/>9,5

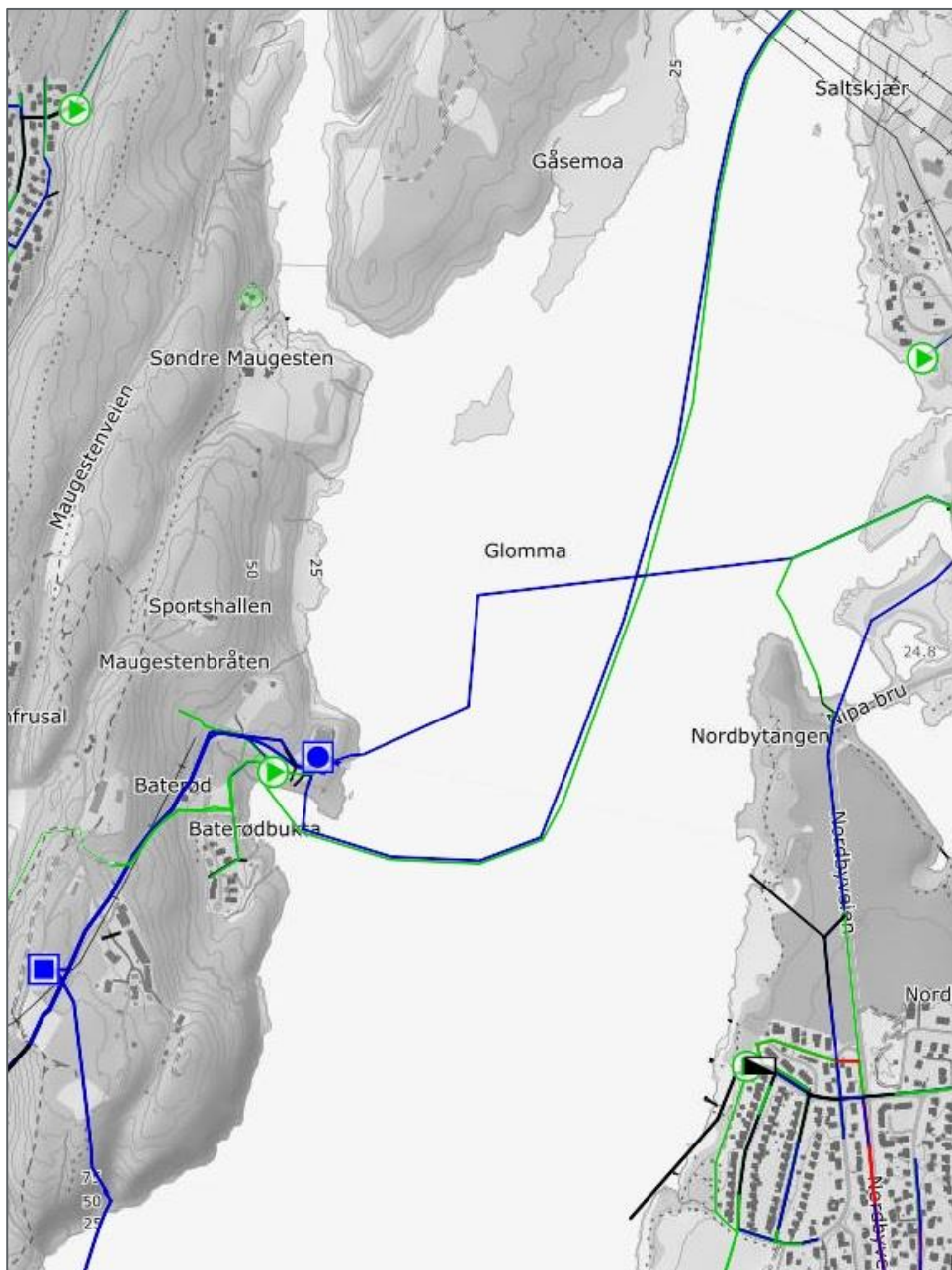
* Minimum 70% av prøvene tilfredsstiller angitt verdi, øvrige resultat må ikke overstige 10 CFU/100ml.

** Ved mer enn 50 pfu skal det også analyseres for somatiske kolifager på behandlet vann. PfU = Plaque Forming Units.

*** NTU er måleenheter for turbiditet. NTU Nephelometric Turbidity Unit. Drikkevannsforskriften bruker måleenheten NTU for turbiditet. I vannanalyser foretatt på råvannsdata (kap 2.2.1) og i vannmiljø-databasen (kap 2.2.2) er turbiditet målt som FNU (Formazine Nephelometric Unit). I tekst og figurer er det benyttet samme måleenhet (FNU) som i analyserapportene. 1 NTU = 1 FNU.

**** Anbefalt temperatur på råvann er lavere enn 10 grader

1.2.1 Vannkvalitet ved råvannsinntaket til Baterød vannverk



Figur 5: Utsnitt av ledningsnett ved Baterød hentet fra GeminiVA.

Råvannet hentes fra 6 meters dyp via en inntaksledning på ca 200 m. Inntaket er plassert i Glomma vannbasseng, i djupålen ca. midt mellom Baterødbukta og Nordbytangen (Figur 5). Råvannsdataene er fremstilt i figurene nedenfor og baserer seg på måledata fra 2014-2022. Råvannet er analysert for de hygieniske parameterne og fysisk/kjemiske parameterne som vist i Tabell 2 ovenfor.

Råvannsanalysene viser at det er *E. coli*, intestinale enterokokker og *C. perfringens* i råvannet. Det er målt relativt høye konsentrasjoner og hyppig påvisning av alle bakteriene.

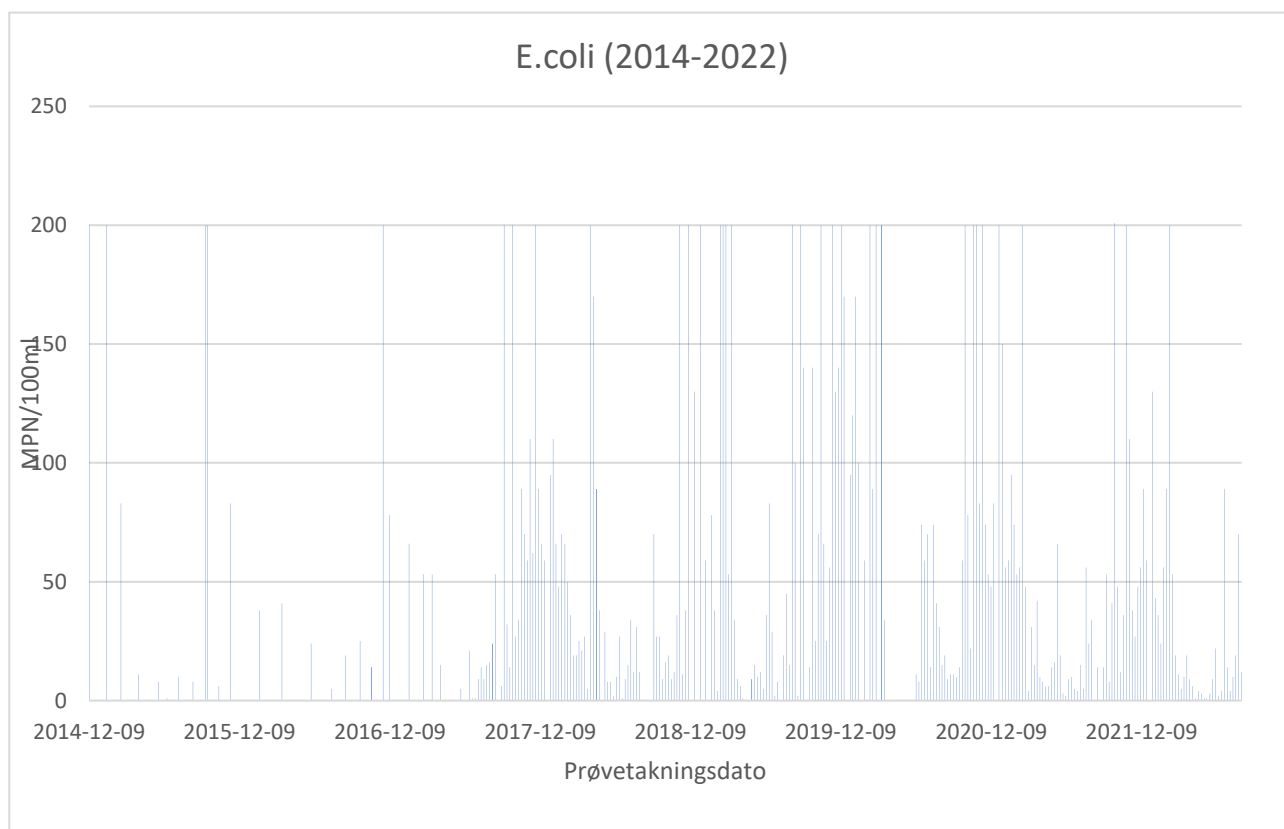
E. coli er en tarmbakterie som stammer fra mennesker og dyr. Den kan ikke formere seg i naturen og overlever der kun kort tid. Påvisning av *E. coli* er et sikkert tegn på at vannet nylig er forurenset av avføring fra mennesker eller dyr. Intestinale enterokokker er også en tarmbakterie som brukes som indikator på fekal forurensing av vann. Den forekommer i lavere antall enn *E. coli* i avføring hos mennesker, men kan forekomme i høyere konsentrasjoner i avføring fra dyr (spesielt drøvtyggere). Intestinale enterokokker vokser ikke i vann, men overlever lenger i miljøet enn *E. coli*. Påvisning av intestinale enterokokker kan derfor også være en indikasjon på tilstedeværelse av virus i vannet, da virus vanligvis overlever lenger i vann enn *E. coli*. *C. perfringens* er også en tarmbakterie som forekommer i tarmen til de fleste dyr og mennesker. Den kan danne sporer som et overlevelsesstadium, som gjør at den kan overleve lenger i vann enn de fleste andre bakterier. Påvisning av *C. perfringens* kan typisk indikere tegn på gammel fekal forurensning og også tilstedeværelse av parasitter (den har lignende overlevelse som cystene til parasittene *Giardia* og *Cryptosporidium*). *C. perfringens* finnes også naturlig i naturen, funn av denne trenger derfor ikke indikere forurensing, men kan være naturlig forekomst.

Det er gjort 274 målinger av *E. coli* og intestinale enterokokker mellom 2014-2022. Det er påvist *E. coli* i 97% av analysene, med tidvis høye konsentrasjoner (>200 MPN/100 ml) (Figur 6). Gjennomsnittlig målt konsentrasjon av *E. coli* er 57 MPN/100ml. Det er påvist intestinale enterokokker i 95 % av analysene, også med tidvis høye konsentrasjoner, dvs > 100 CFU/100 ml (Figur 7). Gjennomsnittlig konsentrasjon av intestinale enterokokker er 26 CFU/100 ml. For *C. perfringens* er det utført 245 analyser i perioden 2017 – 2022. Det er påvist bakterier i 95 % av analysene. I noen få analyser er konsentrasjonen > 100 CFU/100 ml (Figur 8). Gjennomsnittlig konsentrasjon i perioden er 14 CFU/100 ml. Flere av prøvene overstiger deteksjonsgrensen på >200 MPN/100 ml (*E. coli*) og >100 CFU/100 ml (intestinale enterokokker, *C. perfringens*). Fra et analyseperspektiv burde prøvene vært ytterligere fortynnet for å få et mer nøyaktig mål på antall bakterier i råvannet.

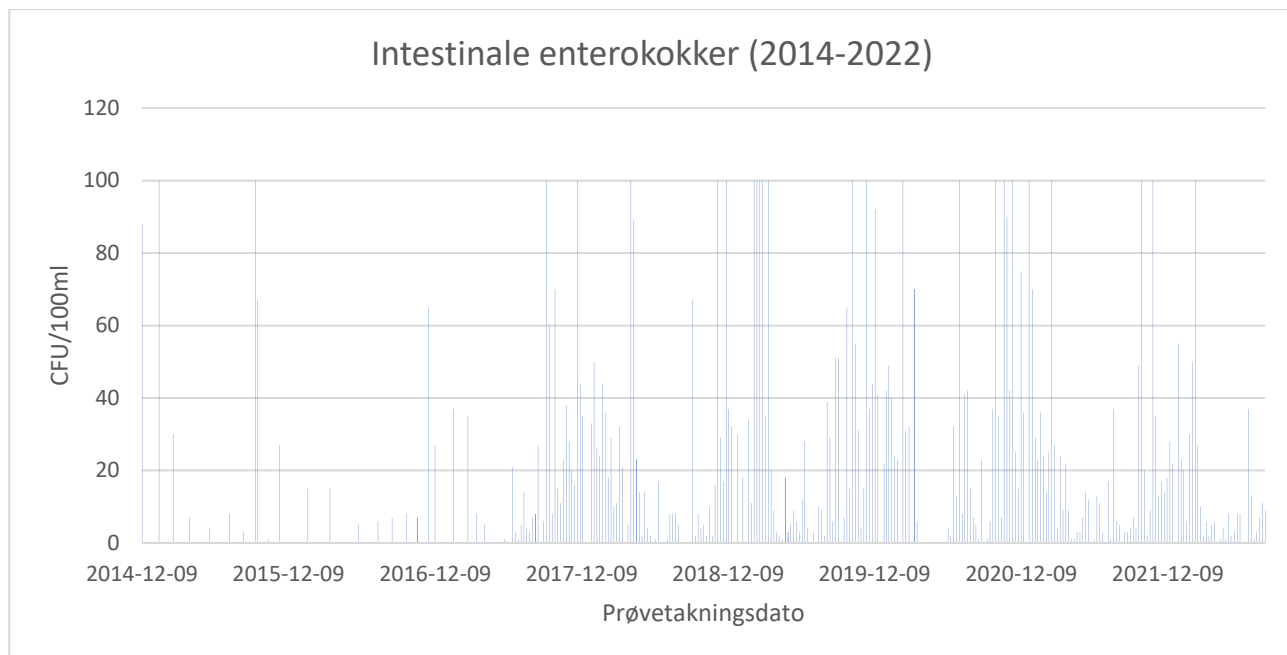
Det er også utført analyser av *Giardia* og *Cryptosporidium* i perioden 2017 – 2022. I denne perioden er det funnet *Giardia* cyster én gang (1 antall/20 l) og *Cryptosporidium* to ganger (1 antall/20 l) i vannprøvene. Det er svært få funn og i lave konsentrasjoner, men viser likevel at de er til stede i råvannet, og kan indikere at parasitter forekommer oftere og i større mengder enn det

vannanalysene viser. Parasitter i vann forekommer hvis syke mennesker eller dyr skiller ut parasittene. Det finnes en rekke avløpsrensaneanlegg oppstrøms Baterød som til tider går i overløp med direkte utslipp til Glomma (se eget kapittel om forurensningskilder, avløp i kap. 3.3). Det forventes dermed at det er parasitter i Glomma, selv om de ikke alltid fanges opp i analysene.

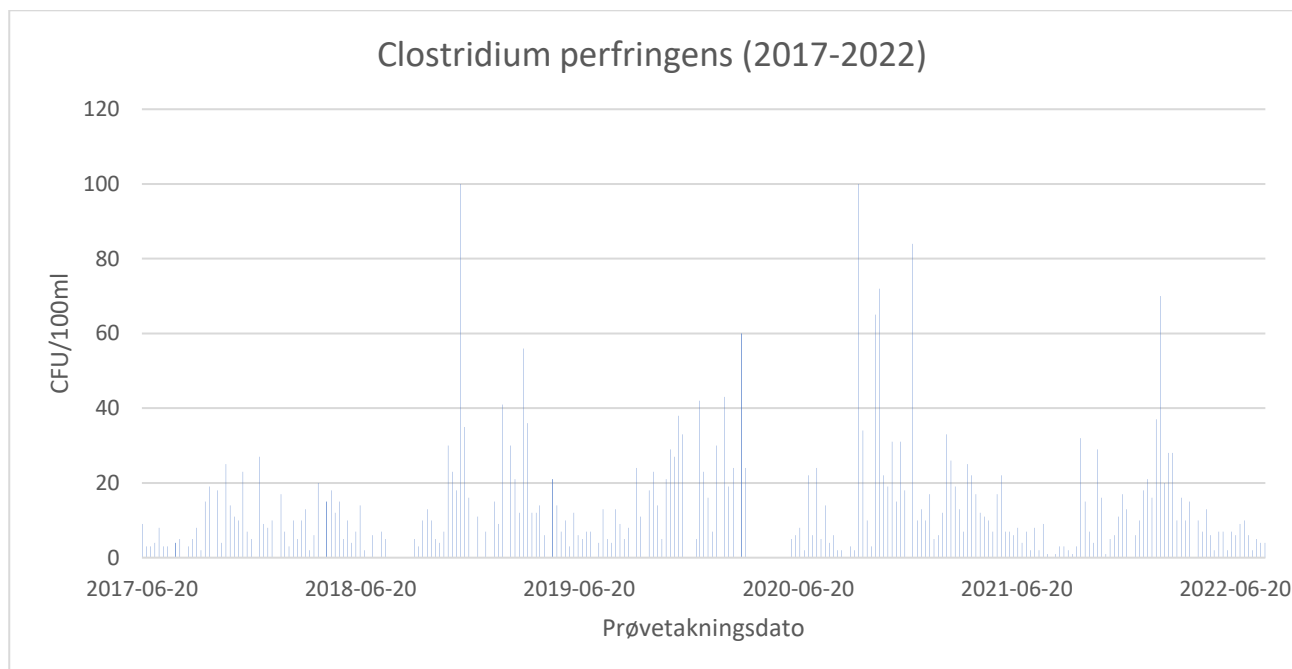
I hht. Mattilsynets veileder for egnet råvannskvalitet bør 70% av prøvene tilfredsstillende grenseverdien på 0 CFU/100ml og øvrige resultater må ikke overstige 10 CFU/100ml. Resultatene viser at dette ikke tilfredsstilles for hverken *E. coli* eller intestinale enterokokker. Sammen med resultatene for *C. perfringens* og parasittanalysene (*Giardia* og *Cryptosporidium*), underbygger dette at Glomma er en utfordrende råvannskilde når det kommer til hygienisk forurensning og tilhørende risiko, og vannbehandlingen må tilpasses deretter (se kap. 2.1.1)



Figur 6: *E. coli* i råvannsprøver fra Baterød vannverk mellom 2014-2022. Vannprøver er analysert med Collert-18 metoden og konsentrasjonen av *E. coli* oppgis som MPN/100 ml. MPN = Most Probable Number. 1 MPN = 1 CFU. Målingene som er angitt som 200 MPN/100ml i figuren er egentlig målt til >200 MPN/100ml (jf analyserapporter). Antallet er derfor høyere enn 200 MPN/100ml, men det er uvisst hvor høyt.



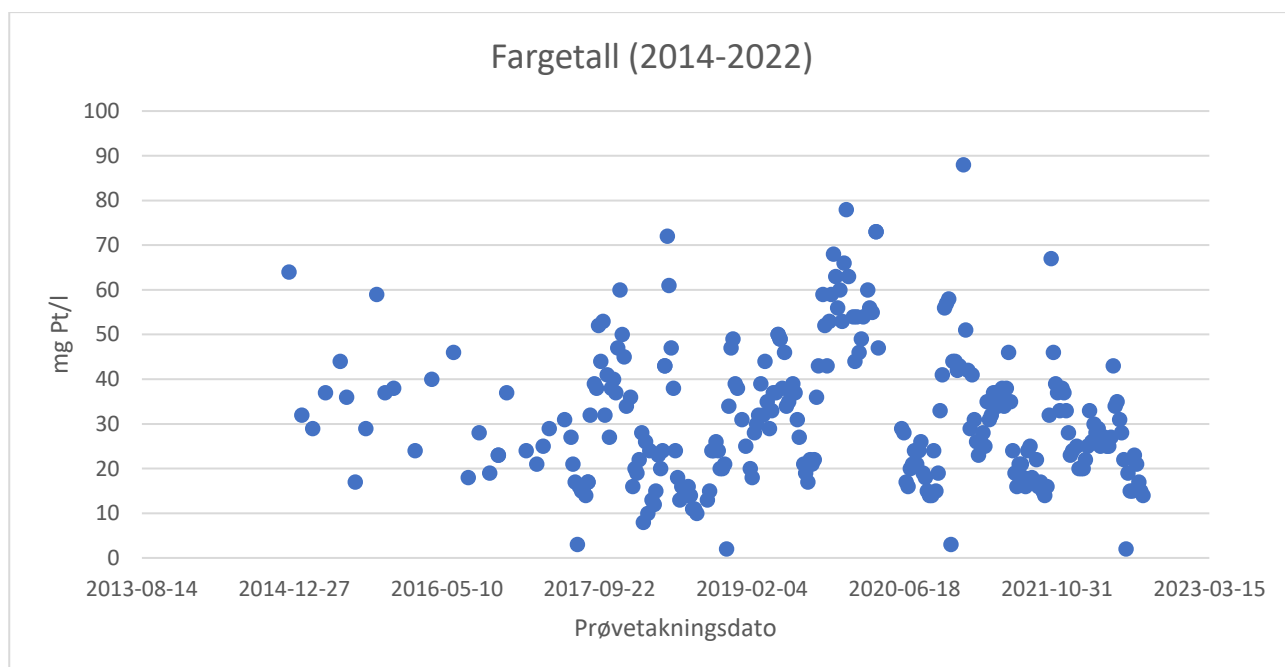
Figur 7: Intestinale enterokokker i råvannsprøver fra Baterød vannverk mellom 2014-2022. Konsentrasjonen av Intestinale enterokokker er oppgitt som CFU/100 ml. CFU = Colony Forming Unit. Målingene som er angitt i figuren som 100 CFU/100ml er egentlig målt til >100 CFU/100ml (jf analyserapporter). Antallet er derfor høyere enn 100 CFU/100 ml, men det er uvisst hvor høyt.



Figur 8: Clostridium perfringens i råvannsprøver fra Baterød vannverk mellom 2017-2022. Konsentrasjonen av C. perfringens er oppgitt som CFU/100 ml. CFU = Colony Forming Units. Målingene som er angitt i figuren som 100 CFU/100ml er egentlig målt til >100 CFU/100ml (jf analyserapporter). Antallet er derfor høyere enn 100 CFU/100 ml, men det er uvisst hvor høyt.

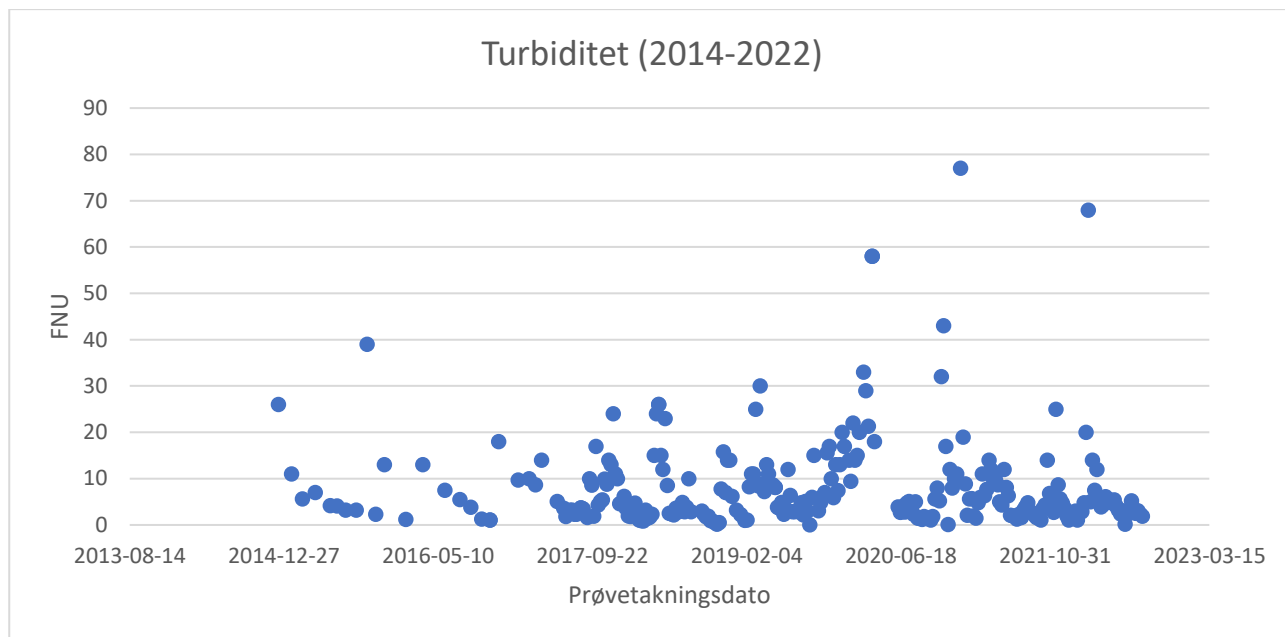
Fargetallet på inntaksvannet til Baterød er målt regelmessig mellom 2014-2022. Fargetallet har store svingninger gjennom året, dette er ikke unaturlig da ellevann ofte vil ha brå og hyppige svingninger. Det er målt fargetall mellom 2-88 mg Pt/l (gjennomsnitt 32 mg Pt/l (Figur 9)). Fargetallet bestemmes delvis av forekomst og sammensetning av partikler i det organiske materialet i vannet.

Anbefalt grenseverdi fra Mattilsynet er 10 mg Pt/l (for egnet råvann), og fargetallet ligger for de fleste målingene godt over denne grenseverdien. Fargefjerning i vannbehandlingen er nødvendig, og må være dimensjonert for å ta de største toppene (se kap. 2.1.1)



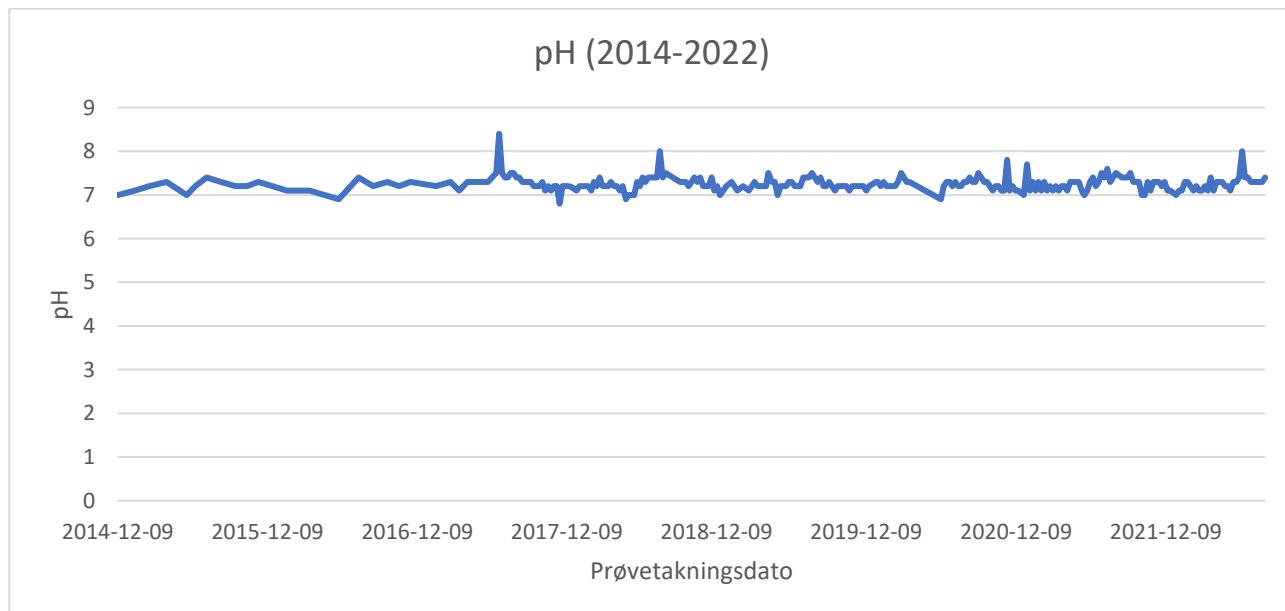
Figur 9: Fargetallet målt i råvannsprøver fra Baterød vannverk mellom 2014-2022

Turbiditet er målt mellom 2014-2022 (Figur 10). Turbiditeten varierer, og svinger mellom 0,04-77 FNU, med gjennomsnittlig målt turbiditet på 8 FNU. Det er en økning av høye målinger fra 2018 og de høyeste toppene er målt i høst-vinter sesongen. Turbiditet er et mål på partikkelinnhold i vannet, og som for fargetall er det ikke unaturlig at turbiditeten svinger rask og kraftig i ellevann, og er spesielt påvirket av vær og årstid (nedbør, smeltevann og flom). Bruk av ellevann som råvannskilde vil alltid være utfordrende, og vannbehandlingen må ta høyde for tidvis høye nivåer og kraftige svingninger i turbiditet.



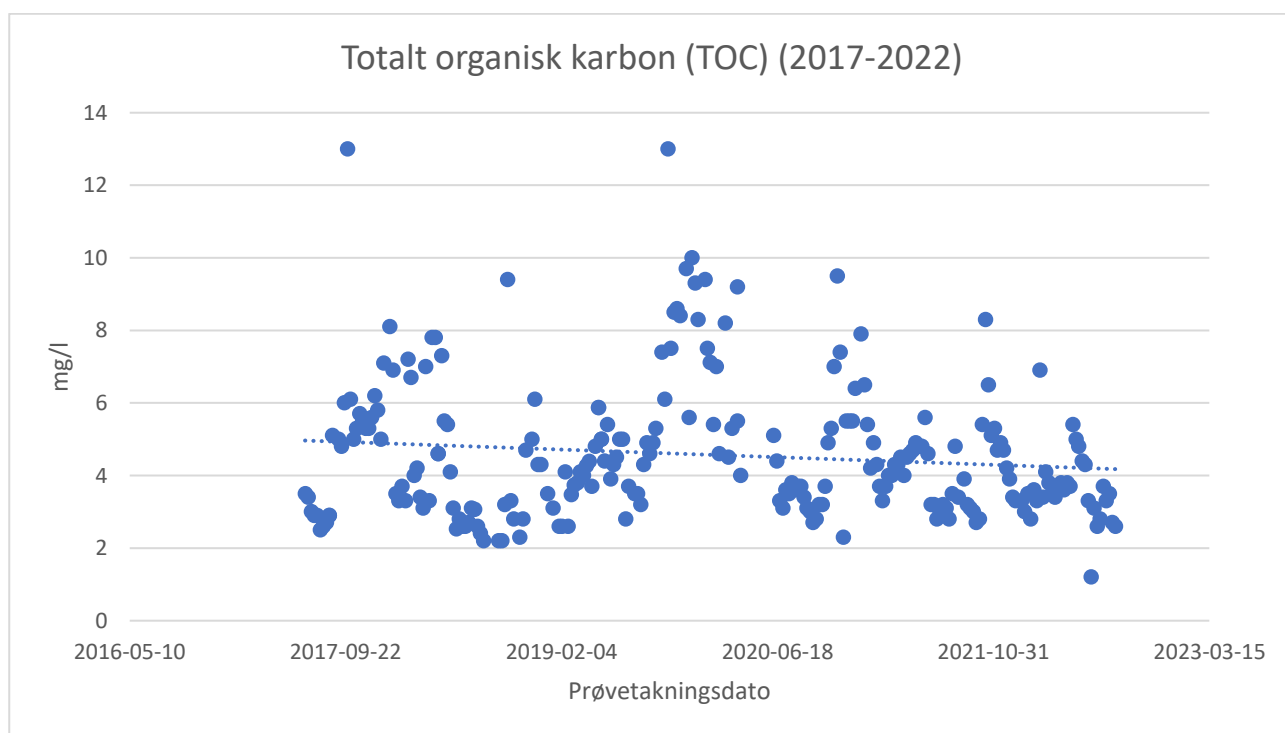
Figur 10: Turbiditet målt i råvannet fra Baterød vannverk mellom 2014-2022

pH er en viktig parameter for å optimalisere behandlingsanleggets effektivitet og redusere korrosjon i distribusjonssystemet. Optimal pH er mellom 6,5 og 9,5 og råvannsprøvene fra Baterød vannverk er alle innenfor optimal pH.



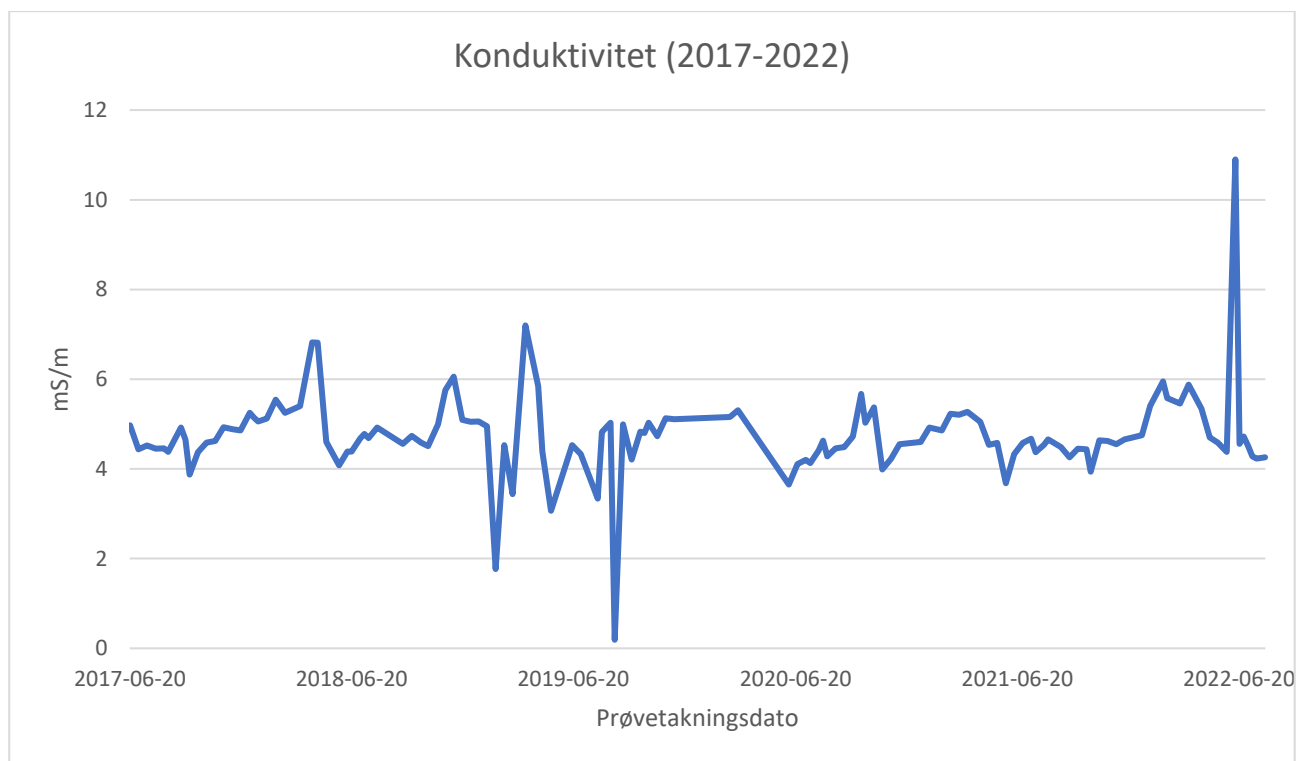
Figur 11: pH målt i råvannet fra Baterød vannverk mellom 2014-2022

Totalt organisk karbon (TOC) er målt i råvannet til Baterød vannverk mellom 2017-2022. Konsentrasjonen av TOC varierer, og ligger mellom 1,2-13 mg/l C, med en gjennomsnittsverdi på 4,5 mg/l C. Det er ingen grenseverdi for TOC i råvann, men for høye konsentrasjoner av organisk materiale reduserer kvaliteten på råvannet med hensyn på lukt og farge og kan påvirke en rekke forhold ved drift av vannbehandlingsanlegg. Konsentrasjon av organisk stoff (spesielt naturlig organisk materiale) henger sammen med fargetall, hvor høye fargetall eksempelvis vil redusere effekten av UV-bestråling av vannet.



Figur 12 Total organisk karbon (TOC) målt i råvannet fra Baterød vannverk mellom 2017 – 2022

Konduktivitet er målt i råvannsinntaket mellom 2017-2022 og varierer mellom 0,2 – 11 mS/m. Hovedandelen av målingene ligger mellom 4-5 mS/m. Konduktivitet er et mål på vannets totale saltinnhold. Brå endringer i konduktivitet kan indikere en endring i vannets sammensetning og mulig tilførsel av forurensing (vegsalt, avløpsvann, avrenning fra landbruk). Den høyeste verdien på ca 11 mS/m ble målt i juni 2022. Konduktiviteten er likevel langt lavere og godt innenfor Mattilsynets grenseverdi på 300 mS/m og utgjør ingen utfordring for denne råvannskvaliteten.



Figur 13: Konduktivitet (mS/m) i råvannsinntaket til Båterød vannverk

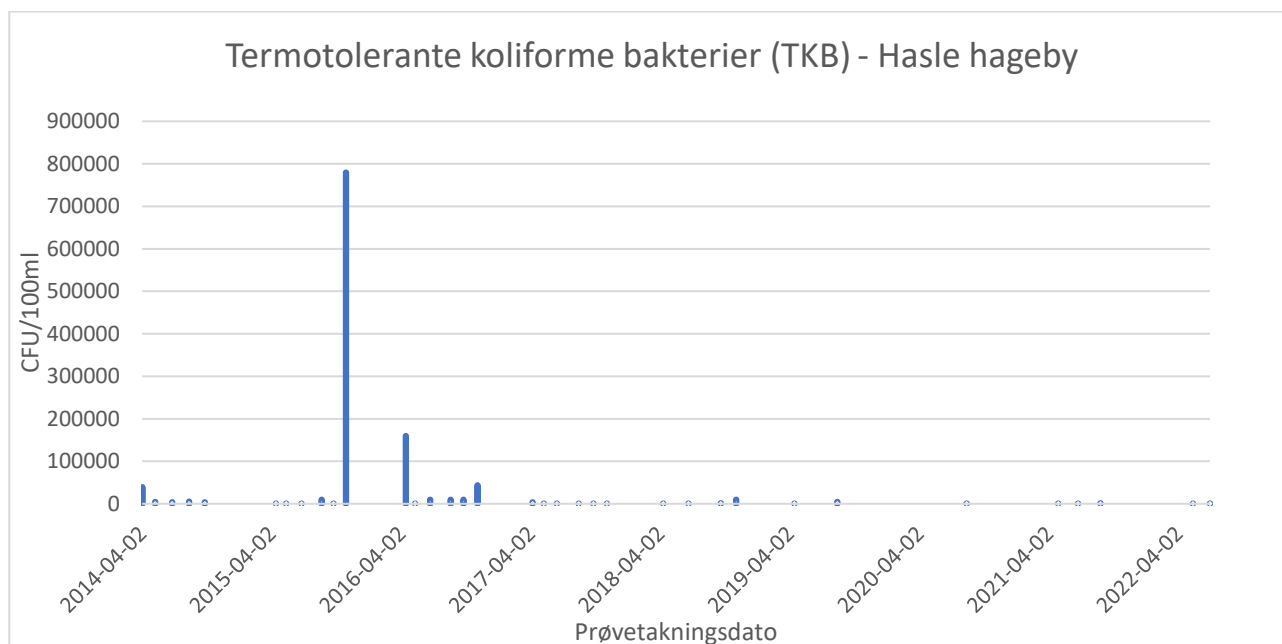
Det er også målt for parameteren microcystin i råvannet til Båterød for årene 2015-2022. Microcystin er et giftstoff som finnes i cyanobakterier og brukes som indikasjon på forekomst av cyanobakterier i råvannet. Det er kun ved åtte tilfeller i 2018 og 2019 påvist microcystin i råvannet til Båterød vannverk, med konsentrasjoner fra 0,11 – 0,24 µg/l. I henhold til veilederen fra Mattilsynet er konsentrasjonen ved alle anledninger likevel lavere enn grenseverdien på 1 µg/l. Resultatene for microcystin er ikke vist i noe figur.

1.2.2 Vannkvalitetsdata fra Vannmiljø

Det er få målepunkter for vannkvalitetsparametere oppstrøms Båterød vannverk, mellom innsjøen Øyeren og råvannsinntaket til vannverket. Det er et målepunkt registrert i Vannmiljø ved Hasle Hageby, nord-øst for Båterød (Figur 4). Det er gjort sporadiske målinger mellom 2014-2022, med 5-6 målinger per år, i perioden fra april til okt/nov.

For hygieniske parametere er det målt på termotolerante koliforme bakterier (TKB). Det er påvist TKB i alle analysene som er tatt (100 %), og konsentrasjonen er i høy grad variabel, fra 10-780 000 CFU/100ml (Figur 14). Den høyeste målingen er gjort 28. oktober 2015. Det er uvisst hva som forårsaket den høye målingen, men den høye konsentrasjonen av TKB sammenfaller med høy

konsentrasjon av totalt fosfor, se nedenfor (Figur 15). Dette kan indikere en akutt utslippshendelse. Det er ikke data på bakteriekonsentrasjonen på råvannet fra samme dato, som kan verifisere om denne eventuelle utslippshendelsen påvirket vannkvaliteten på råvannsinntaket (nærmeste måledato for råvann er 17 nov 2015). Analysene viser uansett at akutte utslippshendelser kan påvirke vannkvaliteten, brått og med høye konsentrasjoner.



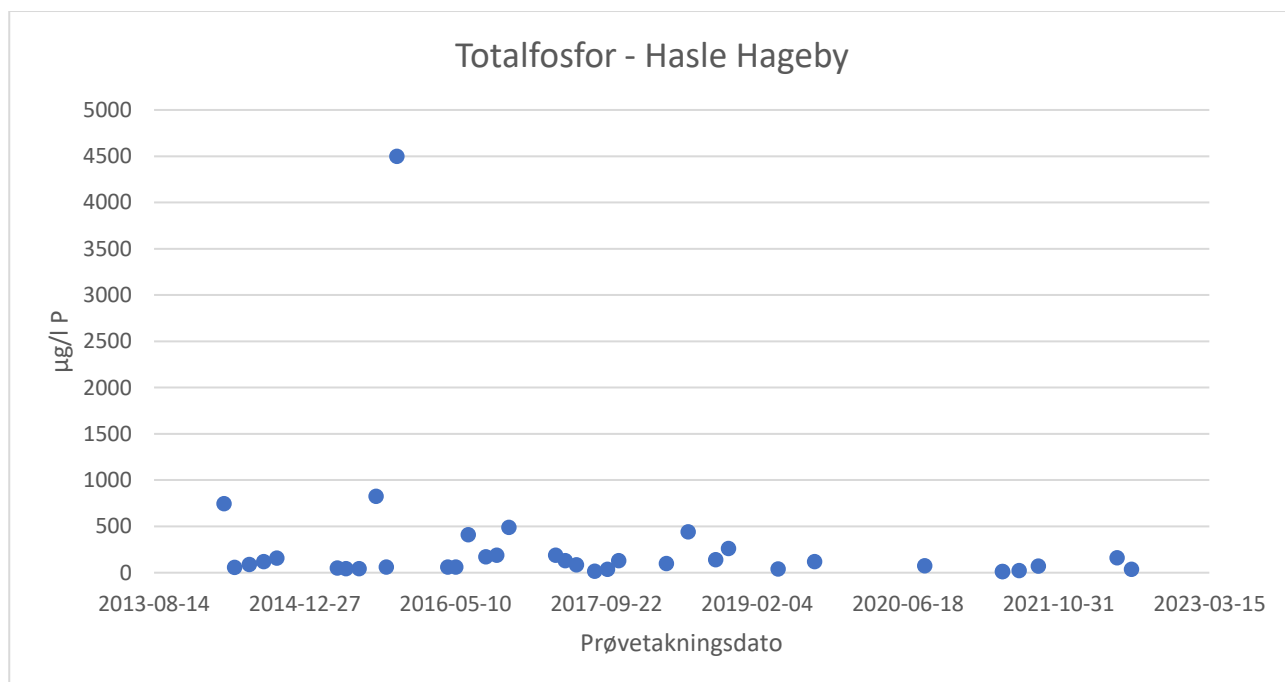
Figur 14: Termotolerante koliforme bakterier (TKB) i målepunkt ved Hasle Hageby, nordøst for Baterød vannverk. Det er stor variasjon i målte termotolerante koliforme bakterier (TKB) i målepunktet ved Hasle Hageby. Målingen gjort i 2015 på 780 000 CFU/100ml er vist i figuren, mens målingene under 100 000 CFU/100ml er mindre synlig. 100% av målingene har påvist TKB.

Næringssaltene totalt fosfor (Tot-P) og totalt nitrogen (Tot-N) er også målt i målepunktet ved Hasle Hageby (Figur 15 og Figur 16). Konsentrasjonen av Tot-P varierer mellom 11-4500 µg/l P. Den høyeste målingen er gjort i oktober 2015 og sammenfaller som nevnt med den svært høye konsentrasjonen av TKB (Figur 14). Konsentrasjonen av Tot-P er > 20 µg/l P ved tilnærmet alle prøvetakingene. Kun ved tre anledninger er den målt til lavere enn 20 µg/l P. Med hensyn på drikkevannskvalitet bør fosforkonsentrasjonen være så lav som mulig.

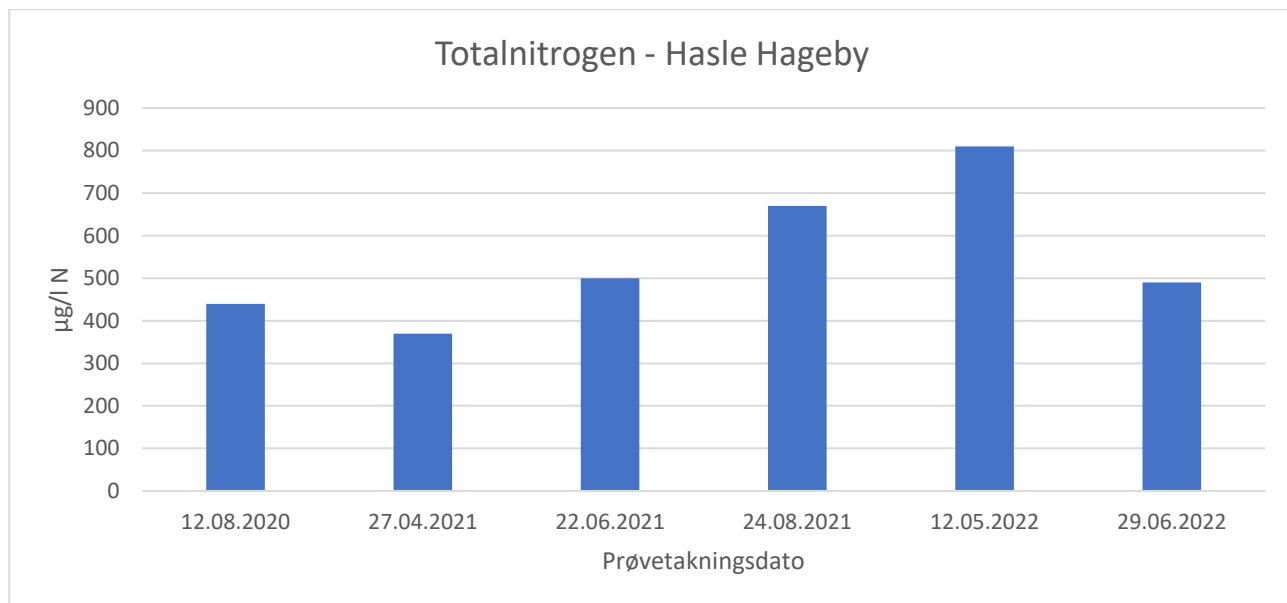
Konsentrasjonen av totalt nitrogen (Tot-N) er kun målt ved seks anledninger i perioden 2020 – 2022 (Figur 16). Den høyeste målingen er gjort i mai 2022 på 810 µg/l N. Nitrogen er vannløselig og hvis det forekommer topper skjer det ofte i forbindelse med nedbør, og etter gjødsling og såing.

Det er også analysert for ammonium ($\text{NH}_4\text{-N}$) på de samme prøvetakingsdatoene (Figur 17). Ammonium dannes i naturen ved biologisk nedbryting av nitrogenholdige plante- og dyrerester. I upåvirkede overflatevann er konsentrasjonen vanligvis lav da ammonium dels bindes i løsmasser og dels hurtig tas opp av organismer eller oksideres til nitrat når det er oksygen til stede. Høyt $\text{NH}_4\text{-N}$ innhold finnes i husdyrgjødsel og avløpsvann. Avrenning av disse ammoniumkildene til vann kan gi en økt ammoniumkonsentrasjon og indikere forurensning av vannet. Ammonium kan derfor sammen med analyse på tarmbakterier indikere forurensning fra husdyrgjødsel eller avløpsvann. Det er ikke målt spesielt høye konsentrasjoner av tarmbakterier på de samme analysedagene som ammonium, bortsett fra 24 august 2021, hvor konsentrasjonen av TKB var 1500 CFU/100 ml og ammoniumkonsentrasjonen var på sin høyeste (300 $\mu\text{g/l N}$).

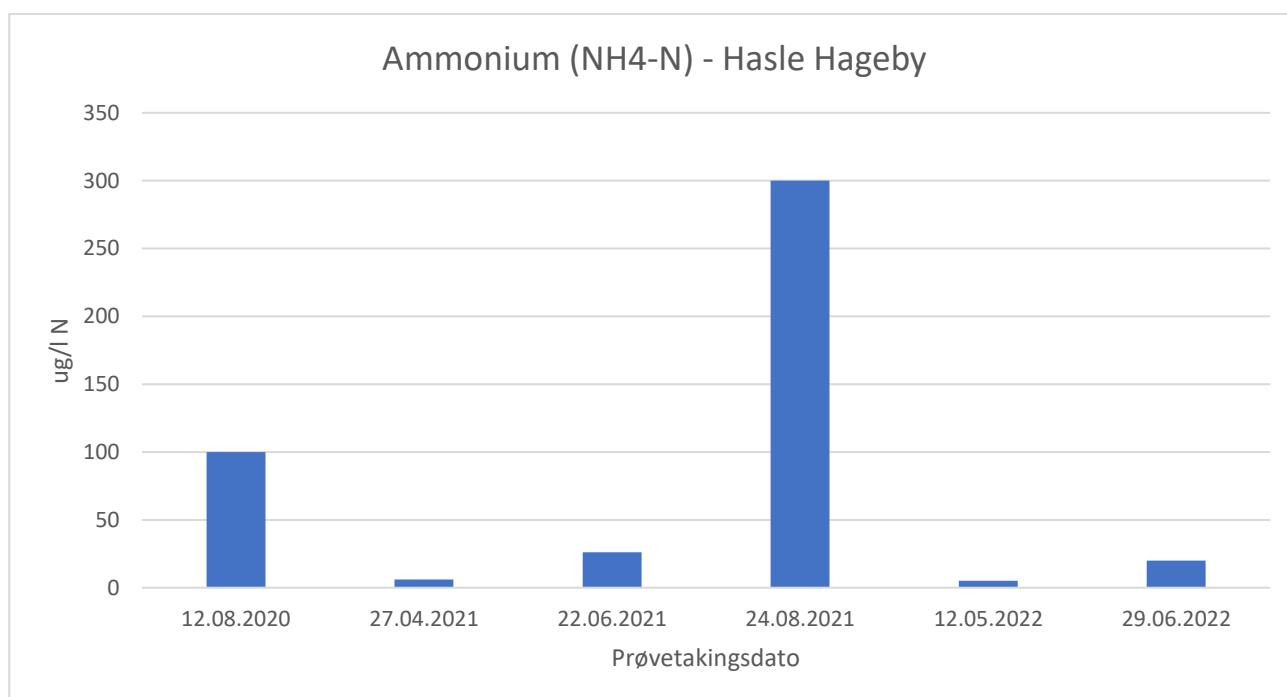
Det er ikke målt turbiditet i målepunktet ved Hasle Hageby, men det er målt på suspendert stoff (SS) som også er et mål på partikulært materiale i vannet. Data for perioden 2014 – 2022 viser at konsentrasjonen av suspendert stoff varierer mye og ligger mellom 2 – 160 mg/l. Den høyeste konsentrasjonen ble målt i september 2018 (Figur 18). Variasjon er forventet tatt i betraktning at råvannskilden er en elv.



Figur 15: Total fosfor (Tot-P) i målepunkt ved Hasle Hageby



Figur 16: Total nitrogen (Tot-N) i målepunkt ved Hasle Hageby



Figur 17: Konsentrasjon av ammonium (NH4-N) i målepunkt ved Hasle Hageby.

observerte verdiene ligger godt over anbefalte verdier for egnet råvannskvalitet og setter krav til en utvidet vannbehandling.

Konduktiviteten varierer noe i råvannet, men ligger stort sett mellom 4-5 mS/m, og godt innenfor grenseverdiene for egnet råvannskvalitet.

Fosfor er den viktigste vekstbegrensende faktoren for alger i ferskvann. Fra et drikkevannsperspektiv bør fosforkonsentrasjonen være så lav som mulig for å unngå algeoppblomstringer og potensiell forekomst av giftige alger. Foreliggende data viser at fosforkonsentrasjonen (Tot-P) ligger over Mattilsynets anbefalt grenseverdi for egnet råvann.

Konsentrasjon av fosfor bør sees i sammenheng med klorofyll-a for å få et bilde av sannsynligheten for algeoppblomstringer. Det foreligger ikke data på klorofyll-a i råvannsanalyser eller i målepunkt oppstrøms Baterød (Hasle Hageby). Det er imidlertid analysert for microcystin (giftstoff som finnes i cyanobakterier) i råvannet til Baterød. Vannanalysene viser at microcystin forekommer, men sjelden og i lave konsentrasjoner. Dette kan likevel indikere at næringssalttilgangen gir vekstgrunnlag for giftalger (cyanobakterier) og er forhold som må tas høyde for i vannbehandlingen.

Ved en anledning i 2015 er konsentrasjonen av tarmbakterier (TKB) og Tot-P i målepunktet ved Hasle Hageby målt til svært høye verdier, henholdsvis 780 000 CFU/100ml og 4500 µg/l P. Dette kan indikere at det har vært en utslippshendelse som har forårsaket de høye konsentrasjonene.

Beskyttelse av drikkevannskilder som Glomma er utfordrende. Gjennomgang av foreliggende data på vannanalyser illustrerer godt utfordringen med elver som råvannskilde hvor vannkvaliteten kan ha store variasjoner. Glomma som drikkevannskilde med den vannkvaliteten som foreligger krever tett oppfølging i prøvetakningsplan og en omfattende vannbehandling.

2 Baterød vannverk

Som nevnt innledningsvis er det ingen delbarrierer å hente i hverken råvannskilden Glomma eller tilhørende nedbørsfelt. Det gjør at alle hygieniske barrierer må bygges inn i vannbehandlingen, og Baterød er et fullrenseanlegg. Dette er et grunnleggende forhold i foreliggende farekartlegging og farehåndtering, som ressursbruk og tiltak vurderes mot.

2.1 Kort om Baterød vannverk

Baterød er hovedvannverket til Sarpsborg kommune sine over 58,000 innbyggere. I tillegg dekkes det meste av forpliktelsene til reservevannsavtalen med Fredrikstad kommune og MOVAR av drikkevann produsert fra Baterød. Dette da Isesjø vannverk har kapasitetsproblemer.

Vannverkene produserer vårt viktigste næringsmiddel, og er av den grunn underlagt drikkevannsforskriften, som i sin tur har hjemmel i lov om matproduksjon og mattrygghet (matloven), lov om helsemessig og sosial beredskap (helseberedskapsloven) og lov om folkehelsearbeid (folkehelseloven). Drikkevannsforsyning er definert som samfunnskritisk infrastruktur [8], dermed må man også forholde seg til lov om nasjonal sikkerhet (sikkerhetsloven). Baterød vannverk har etablert flere sikkerhetstiltak, men det ligger åpent i terrenget uten noen form for fysisk perimetersikring og vannverkstomten er lett tilgjengelig både fra vann og land. Objekt- og infrastrukturens sikkerhet ligger utenfor formålet med foreliggende farekartlegging, men det er satt av midler til fremtidig perimetersikring av området og forhold knyttet opp mot sikkerhetsloven blir ivarettatt av vannverkseier.

Dagens vannverk ble bygget i 1963/64, med bakkenivå på kote 32 (kjeller i vannverket ligger lavere), ca. 40m fra Glomma. Vannverket har vært gjennom en total rehabilitering og blitt påkostet ca. 100 millioner de senere årene. Anlegget er nå i god forfatning. Vannverket ligger imidlertid svært lavt i terrenget, og er dermed utsatt med tanke på flom. Glomma er ofte påvirket av flom, og vannverket har tidligere blitt påført skader som følge av oppdrift i flomperioder. På bakgrunn av vannverkets flomutsatte beliggenhet har det blitt vurdert som lite hensiktsmessig å utvide dagens vannverksbygning. Det har derfor blitt besluttet å bygge en ny behandlingslinje som legges høyere i terrenget [9].



Figur 19: Illustrasjon viser Baterød vannverk ved Glomma og planlagt nytt vannverk i venstre bildekant [9]

Ny behandlingslinje skal bygges på platået ovenfor dagens vannverk, og blir liggende ca. på kote 41. Anlegget er p.t. planlagt slik at det i første byggetrinn bygges to kjemiske linjer (koagulering og sedimentering) pluss fire 2-media-filter og fire kullfilter. Dette gir en kapasitet på 22 600 m³/d. Totalt får bygningen en bredde mot Glomma på ca. 26 meter, og en dybde på ca. 42 meter. Et behandlingsanlegg er avhengig av stor innvendig høyde for at sedimenteringen skal fungere. Total høyde på bygget blir på ca. 18,5 meter, fordelt på kjeller pluss to etasjer. Kjelleren har en høyde på ca. 9,5 meter, og plasseres under bakken [9].

Planen er at ny driftslinje skal fungere parallelt med dagens anlegg, og at driften overvåkes og kontrolleres fra dagens anlegg. I fremtiden, når dagens anlegg ikke lenger holder tilfredsstillende stand kan ny driftsbygning utvides med tre ekstra kjemiske linjer og seks ekstra filter i begge filtertrinn. Dette vil gi en kapasitet på 56 500 m³/d. Når ny driftsbygning er ferdig utviklet vil bredden mot Glomma økes til ca. 61 meter, mens dybden og høyden forblir uendret [9].

Dagens vannbehandlingsanlegg har kapasitet på 35,000 m³/døgn, normalproduksjonen ligger i underkant av 20,000 m³/døgn, mens kapasiteten ved Isesjø er redusert fra 10,000 m³/døgn til i

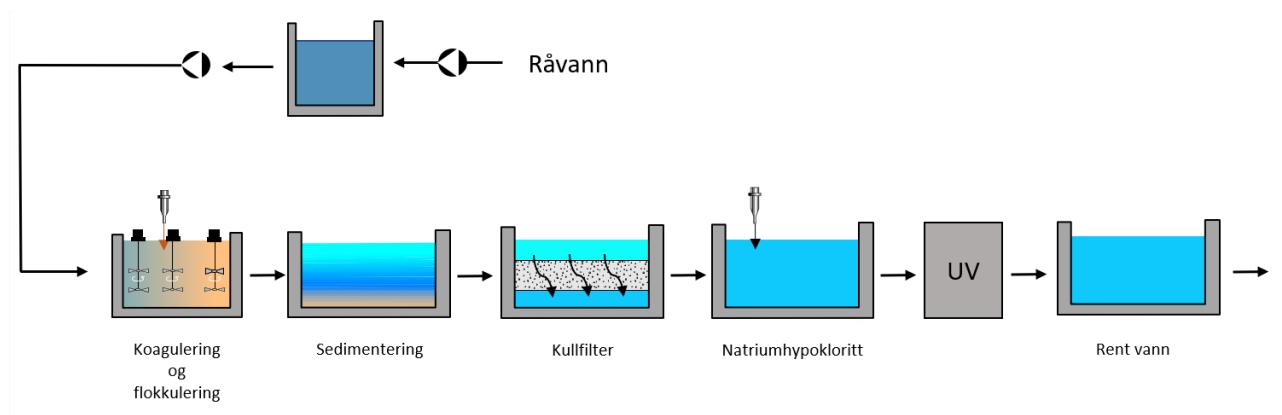
underkant av 3000 m³/døgn pga. utfordrende råvannskvalitet. Totalt kan ca. 38,000 m³/døgn produseres ved vannverkene i Sarpsborg under dagens forhold. Ved oppfyllelse av avtale om leveranse av opptil 14,900 m³/døgn som reservevann til Fredrikstad kommune og MOVAR når dette er påkrevet, er 23,100 m³/døgn tilgjengelig til forbruk i Sarpsborg. Gjennomsnittstallene for faktisk produksjon av drikkevann i 2022 ved Baterød var 16,854 m³/døgn, ved Isesjø vannverk var det 2690 m³/døgn, samlet for begge vannverk 19,544 m³/døgn. Ved en vannføring på f.eks. 500 m³/s bruker Glomma ca. ett minutt på å tilføre maksimalt døgnforbruk på 30,800 m³, så kapasiteten i råvannskilden under normale forhold er det ingenting å utsette på.

Vanntap i ledningsnett er derimot et problem. Et grovt vannregnskap fra 2015 anslo at ca. 50% av produsert drikkevann gikk tapt i lekkasjer [10]. Dette er ikke unormalt høyt for norske vannverk, men det koster penger å produsere drikkevann, og lekkasjer er et økonomisk tap. På den annen side så er det også store kostnader knyttet til rehabilitering av ledningsnett. Ved økt innsats på lekkasjesøk og rehabilitering var det et mål å halvere lekkasjemengden fra 12,000 m³/døgn til 6000 m³/døgn, noe man er i ferd med å oppnå i 2023. Problematikk knyttet opp mot ledningsnett blir ikke vurdert i det videre.

En prognose på fremtidig vannforbruk tilsier et midlere vannforbruk i Sarpsborg i 2070 på ca. 32,000 m³/d, med et maksimalt døgnforbruk på omkring 41 600 m³/d. Dersom reservevannforpliktelsene (14 900 m³/d) skal overholdes uten restriksjoner på vannforbruket i en periode med maksimalt døgnforbruk, er det totale vannbehovet beregnet til 56 500 m³/d i 2070 [10].

2.1.1 Vannbehandling og hygieniske barrierer

For at drikkevannet ikke skal utgjøre en helsemessig risiko er det i drikkevannsforskriften satt krav om tilstrekkelig antall hygieniske barrierer. I praksis betyr dette oftest en rekke delbarrierer i nedbørsfelt, råvannskilde og vannbehandling, samt et sluttrinns med desinfeksjon, som regel i form av UV eller klor. Summen av disse skal gi tilstrekkelig beskyttelse slik at drikkevannet er helsemessig trygt å konsumere. Hygienisk barriere er definert slik i drikkevannsforskriften: *naturlig eller konstruert hindring eller tiltak som fjerner eller inaktiverer sykdomsfremkallende virus, bakterier, parasitter eller andre mikroorganismer, eller som fortynner, fjerner eller omdanner kjemiske stoffer til et nivå hvor de ikke lenger utgjør en helsemessig risiko.*



Figur 20: Forenklet flytskjema av vannbehandlingsprosessen ved Baterød vannverk [11].

Råvannskvaliteten er styrende for det som kalles nødvendig barrierehøyde. Nødvendig barrierehøyde er den totale reduksjonen av patogene mikroorganismer som må oppnås på råvannssiden frem til ferdig produsert drikkevann, altså fra nedbørsfelt, via råvannskilden til og med vannbehandlingsanlegget. Den nødvendige barrierehøyden bestemmes ut ifra størrelsen på vannverket og vannkvalitetsnivået til råvannskilden. Den nødvendige barrierehøyden bestemmes som en del av første ledd i den mikrobielle barriereanalysen.

Mikrobiell barriereanalyse (MBA) er ment som et hjelpemiddel som primært skal føre vannverkseier til et godt beslutningsgrunnlag for valg av vannbehandling og spesielt sluttdesinfeksjon for å sikre at man har tilstrekkelige hygieniske barrierer i vannverket.

Det er utført en mikrobiell barriereanalyse for Baterød vannverk i 2022 [11]. Analysen viste at Baterød vannverk ikke hadde tilstrekkelig hygieniske barrierer for virus. For parasitter og bakterier var barrierene tilstrekkelig med dagens drift. På basis av den mikrobielle barriereanalysen ble det forslått tiltak for å øke barrierehøyden for virus, blant annet ved å redusere turbiditet ut fra filtre fra 0,2 FNU til 0,1 FNU, for igjen å bedre effektiviteten av UV desinfeksjon. Disse prosessmessige endringene er nå gjennomført ved Baterød vannverk, og barrierehøyden for virus skal være ivaretatt.

I MBA-studien ble vannkvalitetsnivået satt til Da som igjen bestemmer nødvendig barrierehøyde (dvs. nødvendig log-reduksjon av bakterier, virus og parasitter). Anbefalinger viser at dersom en overflatevannkilde mottar utslipp av avløpsvann (renset eller urenset) bør en råvannskilde settes i strengeste vannkvalitetsnivå, dvs kategori Dc [12]. Det er utslipp av avløpsvann i Glomma (se kap. 3.3 om forurensning fra avløpsvann), og dermed bør vannkvalitetsnivå i Glomma settes til nivå Dc. Det vil kreve en barrierehøyde i vannbehandling og eventuelt andre tiltak i nedbørsfeltet tilsvarende

en log fjerning på 6,0 for bakterier og virus og 5,0 for parasitter. Med de forutsetninger som er lagt til grunn for mikrobiell barriereanalyse for Baterød vannverk [11] kan en strengere barrierehøyde (Dc) gi seg utslag ved at de hygieniske barrierene ikke er tilfredsstillende eller med lavere margin, både for bakterier, virus og parasitter. Det skal bemerkes at Baterød vannverk i dag produserer drikkevann med tilfredsstillende kvalitet, men for et vannverk med varierende og utfordrende råvannskvalitet bør man alltid tilstrebe å ha god margin mhp hygieniske barrierer. Man kan godt legge seg på et enda høyere barrierenivå enn det veilederen foreslår, f.eks. 8,0 for bakterier og virus og 6,0 for parasitter. Dette bør tas til etterretning ved planlegging av ny behandlingslinje ved vannverket.

2.2 Produksjon av drikkevann og forvaltning av råvann

Som undertittelen i denne rapporten understreker er det kravene i drikkevannsforskriftens § 6 om farekartlegging og farehåndtering som ligger til grunn for arbeidet. Lovteksten er som følger:

Vannverkseieren skal identifisere farene som må forebygges, fjernes eller reduseres til et akseptabelt nivå for å sikre levering av tilstrekkelige mengder helsemessig trygt drikkevann som er klart og uten fremtredende lukt, smak og farge.

Vannverkseieren skal sikre at tiltak som forebygger, fjerner eller reduserer farene til et akseptabelt nivå, identifiseres og gjennomføres.

Farekartlegging og farehåndtering skal danne grunnlag for beredskapsforberedelser som er beskrevet i [§ 11](#).

Vannverkseieren skal sikre at farekartleggingen og farehåndteringen er oppdatert.

Også i § 12 om beskyttelsestiltak henvises det tilbake til § 6 om farekartlegging og farehåndtering. De to første ledd er som følger:

Vannverkseieren skal sikre at drikkevannet beskyttes mot forurensning.

Vannverkseieren skal planlegge nødvendige tiltak for å beskytte vanntilsigsområdet og råvannskilden. Tiltakene skal være basert på farekartleggingen i [§ 6](#).

Formålet med drikkevannsforskriften er å beskytte menneskers helse ved å stille krav om sikker levering av tilstrekkelige mengder helsemessig trygt drikkevann som er klart og uten fremtredende

lukt, smak og farge. Siden drikkevann er et næringsmiddel er forskriften hjemlet i Lov om matproduksjon og mattrygghet mv., med Mattilsynet som tilsynsmyndighet.

Det er altså drikkevannet som skal beskyttes mot forurensning. Drikkevann er i § 3 definert som alle former for vann som enten ubehandlet eller etter behandling skal drikkes, brukes i matlaging, til andre husholdningsformål eller i næringsmiddelforetak der det stilles krav om bruk av drikkevann. Dette må skilles fra råvann. Råvann er i samme paragraf definert som vann som brukes til produksjon av drikkevann. Vannforekomsten råvannet hentes fra kalles råvannskilde, og området, over og under bakken, som vannet i råvannskilden kommer fra kalles vanntilsigsområde eller nedbørsfelt.

Beskyttelse og god forvaltning av nedbørsfelt er viktig for å ha kontroll på risikoen for redusert råvannskvalitet. I Norge, og i stor grad internasjonalt, er det et viktig prinsipp innen vannforsyningen at man skal beskytte råvannskildene så godt som mulig, heller enn å innføre omfattende vannbehandling. Dårlig råvannskvalitet setter økte krav til vannbehandlingen. Oppgradering og investering i ny vannbehandling blir ofte kostbart, men i noen tilfeller er dette nødvendig.

Dårlig råvannskvalitet kan gi store utfordringer mhp. leveringssikkerhet. Leveringssikkerhet betyr at vannforsyningssystemene skal kunne levere drikkevann under alle påregnelige forhold (jf. drikkevannsforskriften § 9). Dette inkluderer beredskap ved uforutsette hendelser. Konsekvensene ved bortfall av drikkevann er potensielt svært store. En rekke samfunnskritiske funksjoner, f.eks. helse- og brannvesen, vil møte problemer etter relativt kort tid. Avløpssystemet må også tilføres vann kontinuerlig for å fungere. Det er derfor helt nødvendig at vannforsyningen har god beredskap. En viktig del av denne beredskapen er råvannskilder med god kvalitet og balansert kontroll på aktiviteter i nedbørsfeltet. For Baterød som bruker Glomma som råvann til drikkevannsproduksjon, vil dette stille seg noe annerledes, der alle hygieniske barrierer er bygget inn i vannverket og en erfaren driftsorganisasjon sørger for at produsert drikkevann er trygt til enhver tid.

3 Glomma med nærområde Baterød – kilder til forurensning

3.1 Generelt om mikrobiologiske og kjemiske forurensninger, og naturlige endringer

Det er som regel forurensningsfare fra flere kilder og aktiviteter i et nedbørsfelt, men omfang, forurensningstype og -potensiale varierer. Både mikrobiologisk og kjemisk forurensning er viktig å vurdere, og hvorvidt disse forurensningene kan forekomme i råvannet i mengder og type som kan overskride vannbehandlingens renskapasitet, forringe drikkevannskvaliteten og gi negative helseeffekter. Ofte kan man ha forurensningskilder som isolert sett ikke bidrar målbart, men sumeffekten av slike små bidrag kan likevel bli betydelig. Naturens egne kretsløp bidrar til ytterligere kompleksitet i farekartleggingen og farehåndteringen. Spesielt kan det være vanskelig å måle effekten av tiltak for å redusere menneskeskapt forurensning, da f.eks. økt nedbør/avrenning kan maskere ev. positive resultat.

3.2 Landbruk

Forurensningskildene fra jordbruk og husdyrhold er avføring fra husdyr, naturgjødning og tilførsel av næringsalter/emner fra jordtap/erosjon og avrenning fra gjødning (gjødslet mark, gjødselkjellere m.m.). Påvirkningsgraden fra ordinær landbruksavrenning fra det nære nedbørsfeltet (Figur 21) vil likevel være tilnærmet ubetydelig. Dette skyldes at landbrukspåvirkningen i Glomma i all hovedsak skyldes tilførsler lenger opp i vassdraget og at tilførsler fra Baterøds nedbørsfelt i stor grad vil bli fortynnet til svært lave tilleggsbidrag. Det vurderes at det bare er i helt spesielle tilfeller, med f.eks. stor lekkasje fra gjødsellagre eller andre uhell med næringsstoffer eller kjemikalier fra landbruksdrift nær vanninntaket, at man teoretisk kan måle en lokal påvirkning råvannskvaliteten. Dette gjelder også eventuelle sykdomsfremkallende mikroorganismer fra avrenning av husdyrgjødsel.

Hvilke sykdomsfremkallende mikroorganismer som er mest vanlig, avhenger av dyreslag. De fleste sykdommer som kan spres fra husdyr til mennesker finnes hos storfe (kyr), eksempelvis EHEC-bakterien (*Enterohaemorrhagisk E. coli*), *Campylobacter*, *Salmonella* og parasittene *Giardia* og *Cryptosporidium*. Ungdyr anses som mest «aggressive» i forhold til smittefare, dette fordi ungdyr utskiller langt større mengder av bakterier og parasitter i avføringen enn eldre dyr. Risiko for virusmitte fra husdyr anses som lavere enn for bakterier og parasitter, da virus stort sett er svært artsspesifikke. Det har imidlertid vist seg at gris kan utskille hepatitt-e virus som er av samme type som forårsaker sykdom hos mennesker [13].

I det videre vil jordbruk, husdyrbruk og skogbruk omtales spesielt. Omtalen vil være på et generelt nivå avpasset til den mulige påvirkningen landbruk kan gi på vannkvaliteten.

3.2.1 Jordbruk

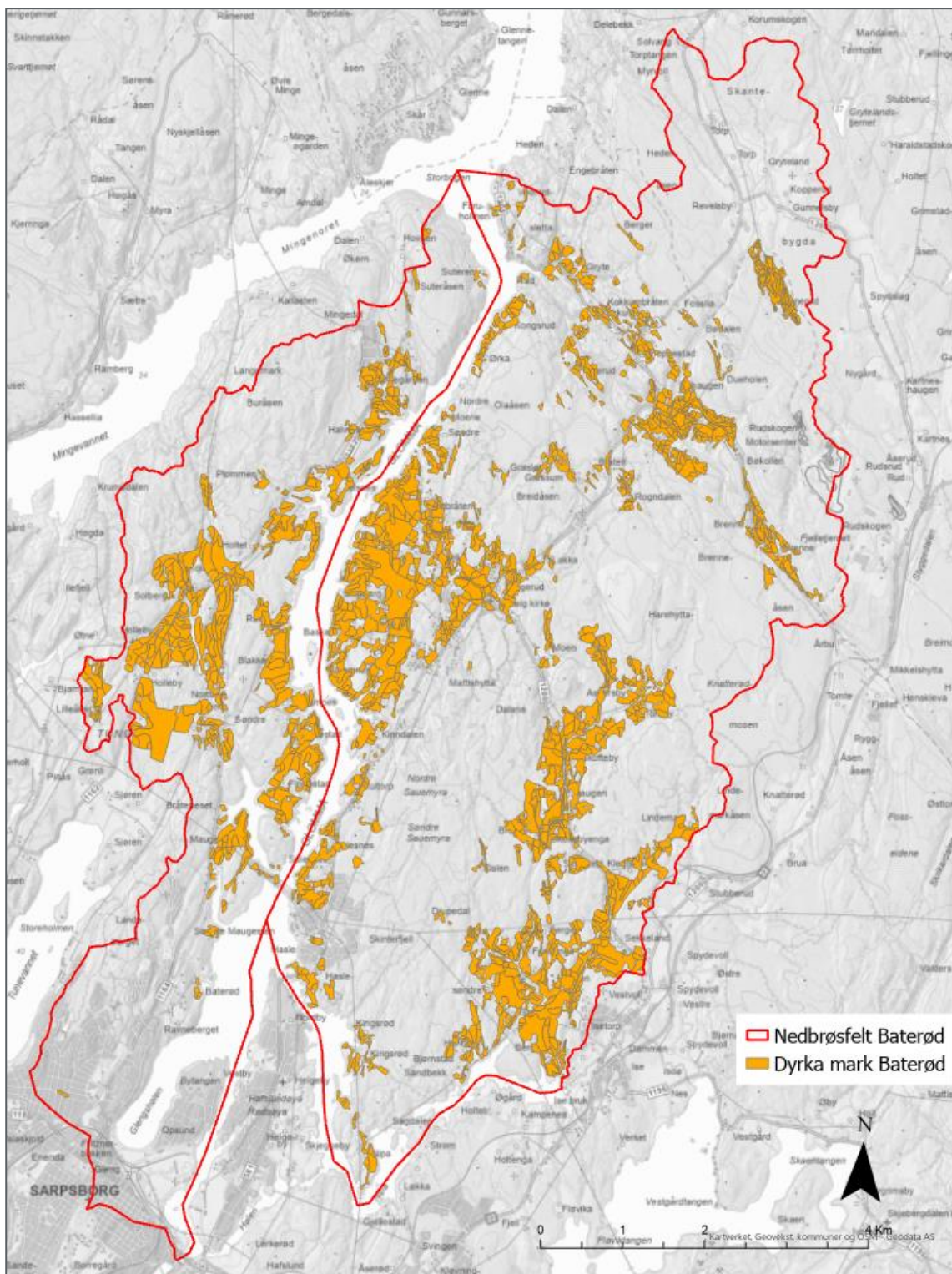
3.2.1.1 Generell arealbruk

Figur 21 viser jordbruksarealer i nedbørsfeltet til Baterød. Figur 22 viser arealbruk på dyrket mark analysert fra satellittdata fra 2019 [14].

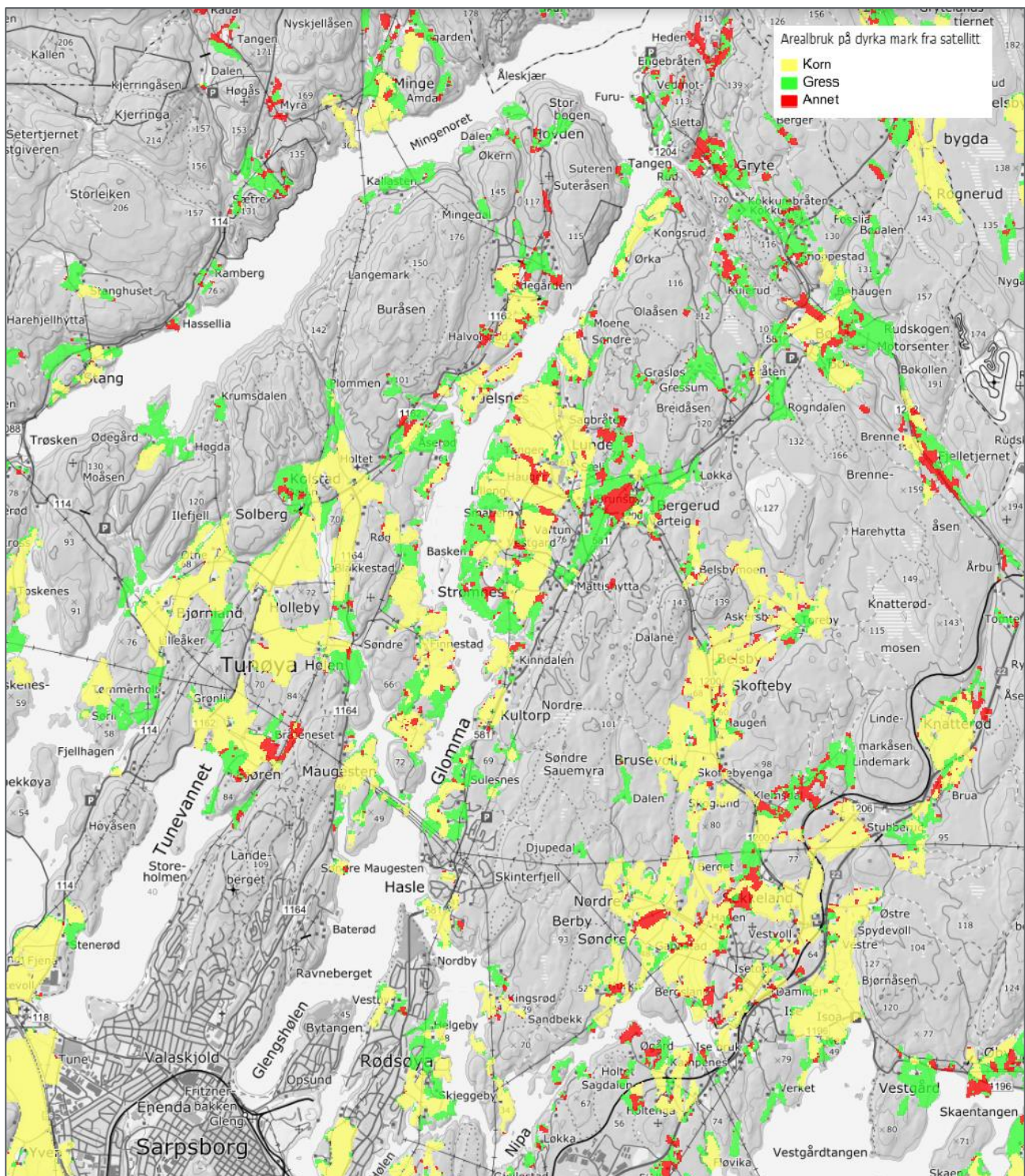
I beskrivelsen av jordbruksdriften tas det utgangspunkt i den driften som ble observert under landbruksbefaring den 17. august 2022 kombinert med satellittdataene fra 2019. På et overordnet nivå vil dette representere driftsbildet over tid, selv om kulturene som dyrkes kan skifte fra år til år.

Kartfigurene viser at landbruksarealene er forholdsvis samlet i forskjellige områder. Det er særlig dyrka mark på Tunøya i dalføret ved Maugesten, Holen og Kolstad samt dyrka mark på hver side av Glomma vest for Varteig som ligger relativt nær Baterød. Øvrige områder ligger lenger unna og har mindre betydning for vannkvaliteten i Glomma.

Fra befaringen sensommeren 2022 ble det i nærområdene til Glomma observert betydelige arealer med grasdyrking og en god del beitearealer med storfe på beite. Det var også betydelige arealer med korn. Figur 23 til figur 25 viser typiske situasjonsbilder fra aktuelle områder. I nord ved Gyte var det i all hovedsak grasdyrking. Dette fremkommer også av den satellittbaserte arealanalysen utført av NIBIO (figur 22).



Figur 21: Dyrket mark i det nære nedbørsfeltet til Baterød markert med oransje farge [14]. Nedbørsfeltet er delt i to, et på hver side av Glomma. Nedbørsfeltet på Hafslundsøy og inn til Isoa og Isesjø er ikke tatt med.



Figur 22: Arealbruk på dyrket mark i nedbørsfeltet til Båtefjell analysert fra satellittdata fra 2019 [14]. Kategorien Annet er arealer som den digitale analysen ikke med rimelig sikkerhet har klassifisert til gras eller korn. Se figur 21 for tydeligere avgrensning av nedbørsfeltgrenser.



Figur 23: Fra Hollebyveien sydover langs Hærenbekken. Variert arealbruk med korn på fulldyrka mark og beiter for storfe. Foto: Norconsult 17.08.2022.



Figur 24: Fra Småbergveien og sydover mot Strømsnes. Beitearealer, grasproduksjon og kortarealer. Foto: Norconsult 17.08.2022.



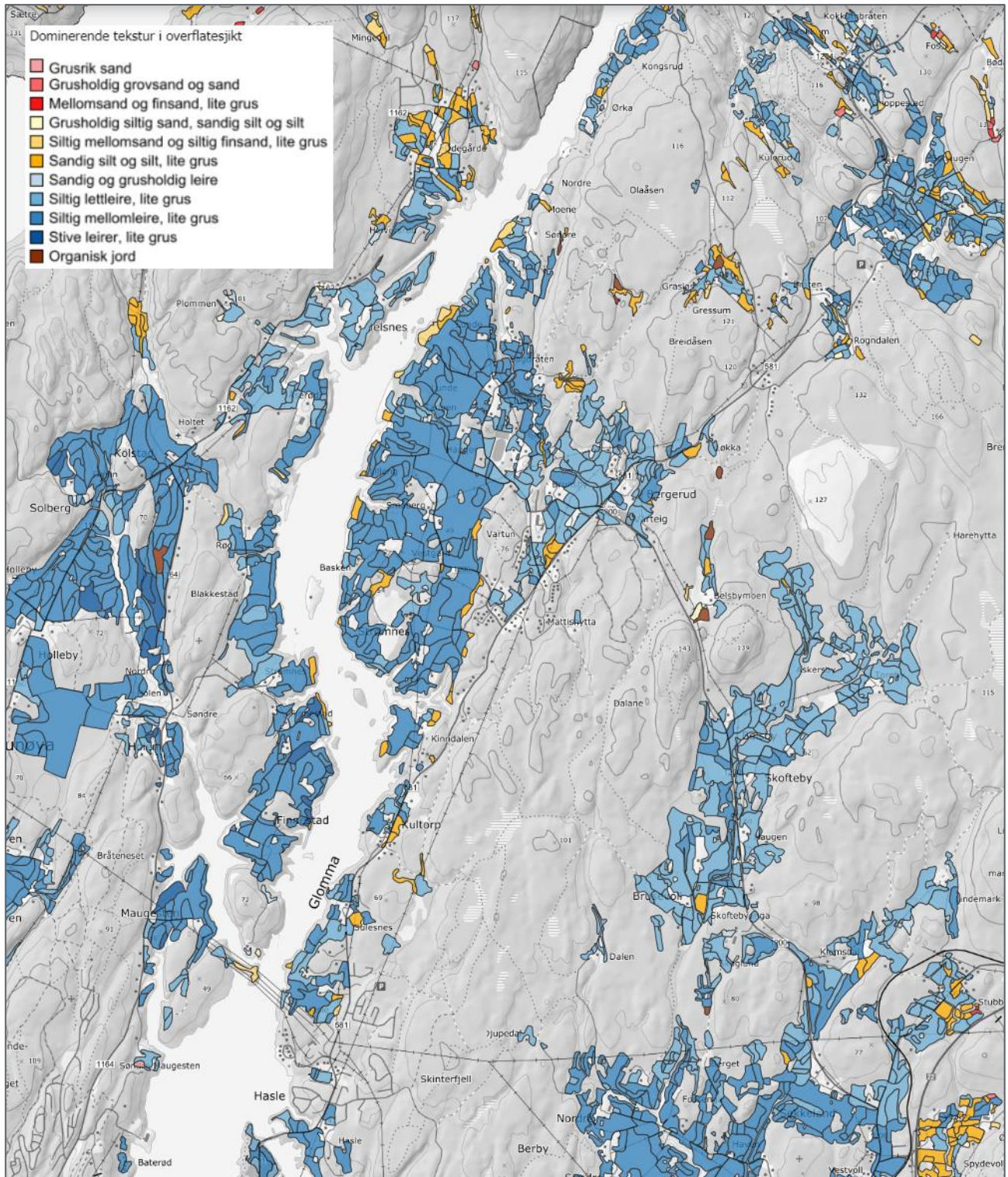
Figur 25. Variert arealbruk fra Sulsnes nord for Hasle. Korn og storfebeite. Foto: Norconsult 17.08.2023.

3.2.1.2 Jordtyper

I det nære nedbørsfeltet til Baterød dominerer leirholdige jordtyper fullstendig (figur 26). Bare mindre arealer er dominert av sandige jordtyper og svært små og få områder har organisk jord.

Jordtype er en av forholdene som er av betydning for hvor utsatt jorda er for utvasking av næringsstoffer og erosjonsrisiko. Leirjord har generelt større evne til å holde på næringsstoffer enn sandjord, men dette omtales ikke nærmere her, da det er hele landbrukspåvirkningen til Glomma langt oppover i vassdraget som er av størst betydning. De lokale tilleggstilførslene blir svært små i forhold til total transport i Glomma.

Jorderosjon omtales i eget kapittel under.



Figur 26: Dominerende jordtekstur i overflatesjiktet i det nære nedbørsfeltet til Baterød. Leirholdige jordtyper (blå farge) dominerer [14].

3.2.1.3 Erosjon og hydrotekniske tiltak

Figur 27 viser at det i det nære nedbørsfeltet til Baterød er stor variasjon i erosjonsklasser. De flattere arealene domineres av erosjonsklasse 1, mens de mer ravinerte områdene i hovedsak har erosjonsklasse 2 og 3. Det er ganske mye grasproduksjon i området. Dermed vil en del av jordene i realiteten være lite erosjonsutsatt så lenge grasdekket blir liggende.

Figuren viser også områder med potensiale for drågerosjon. Det vil si overflateerosjon konsentrert i forsøkninger på dyrka mark. Den reelle erosjonen vil avhenge av produksjon- og driftsform samt nedbørsforholdene i perioder når jorda er sårbar for erosjon. Grasproduksjon vil normalt gi god beskyttelse mot erosjon. Korndyrking har lenger perioder med åpen eksponert jord hvert år og dette kan føre til betydelig erosjon i nedbørsperioder.

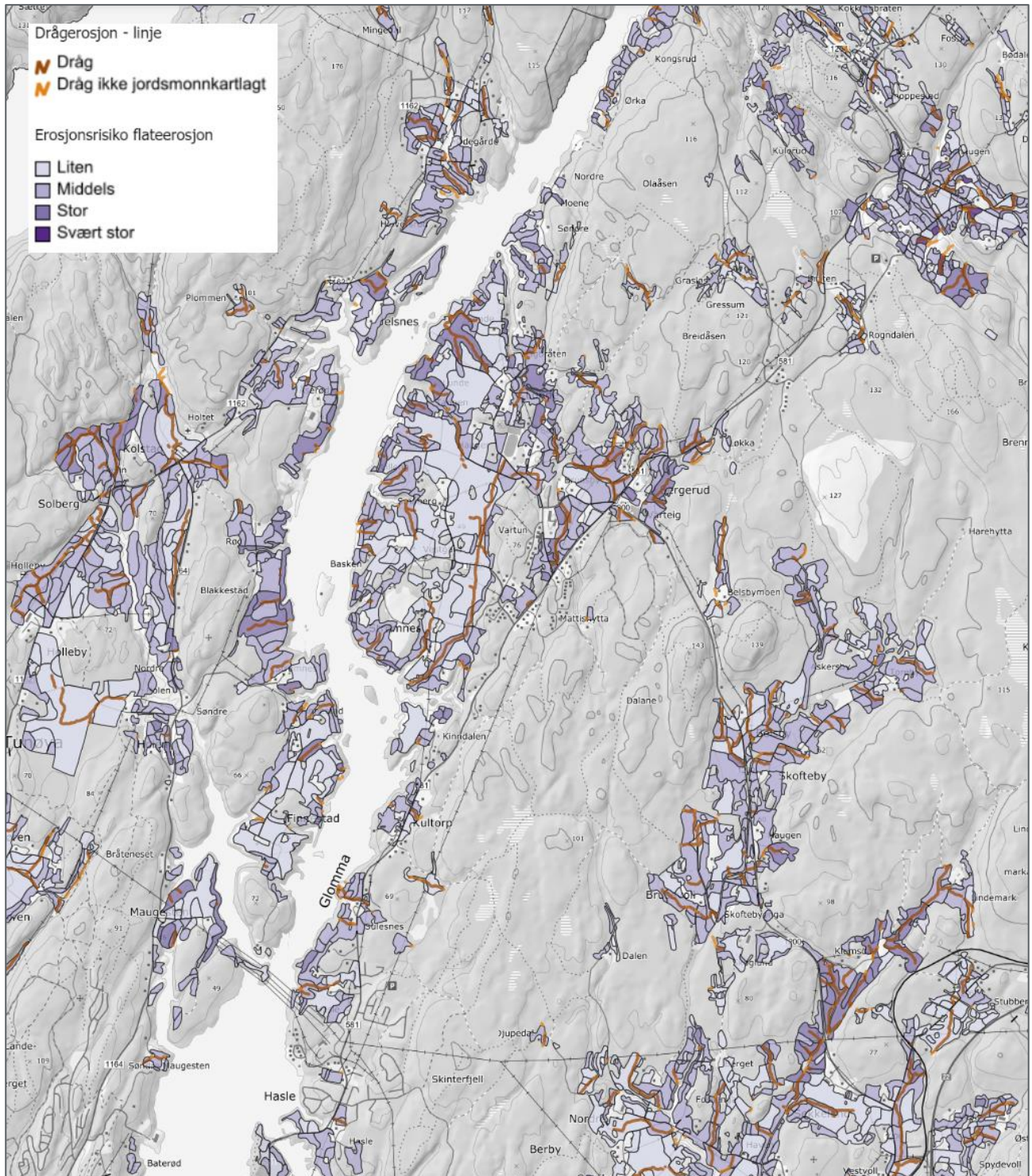
3.2.1.4 Flom knyttet til jordbruksareal

Det er særlig jordbruksarealer helt inntil Glomma som kan være utsatt for flom. Ut fra studier av flybilder ser det ut til at det er størst nærhet til Glomma for jordbruksarealer på østsiden av elva oppstrøms Baterød. For arealer vest for Glomma ser det i større grad ut til å være en bredere naturlig kantsone og at jordbruksarealene generelt er mindre flomutsatt.

Lokale bekker og fallforhold kan gi lokale flomutfordringer.

Flom inn over jorder kan trekke med seg jord og næringsstoffer fra jordbruksarealer. Er det beite ned i flomutsatte arealer kan husdyrgjødsel også vaskes ut i flomvannet. På den annen side kan flomarealer også være områder der det avsettes sedimenter pga. redusert vannfart.

I det større bildet vurderes utvasking av jord og næringsstoffer fra jordbruksarealer langs Glomma som følge av flom å være av mindre skala. Flom og erosjonsutfordringer knyttet til mindre sidebekker i jordbruksarealer kan bety mer enn tilsvarende utfordringer langs Glomma. Effektene av flom og erosjon i selve Glomma vil likevel bare bli et svært lite tilleggskidrag til all øvrig tilført jord og næringsstoffer fra eventuelle flomområder lenger opp i Glomma.



Figur 27: Erosjonsrisikokart og dråg med risiko for erosjon i jordbruksområder i det nære nedbørfeltet til Baterød. Kilde: [14].

3.2.2 Husdyrbruk

3.2.2.1 Husdyrtall og gjødselmengde

Landbrukskontoret i kommunen har gitt informasjon om husdyrhold i det nære nedbørsfeltet til Baterød. Informasjonen inneholder husdyrtype, antall dyr og plassering i nedbørsfeltet. Figur 28 viser plassering i nedbørsfeltet og dyretype. Tabell 4 viser antall husdyr fordelt på dyretype og i det nære nedbørsfeltet til Baterød. Tabellen viser også et grovt estimat på produsert mengde fosfor fra husdyrgjødsel i hvert delfelt basert på inngangsverdiene vist i tabell 5.

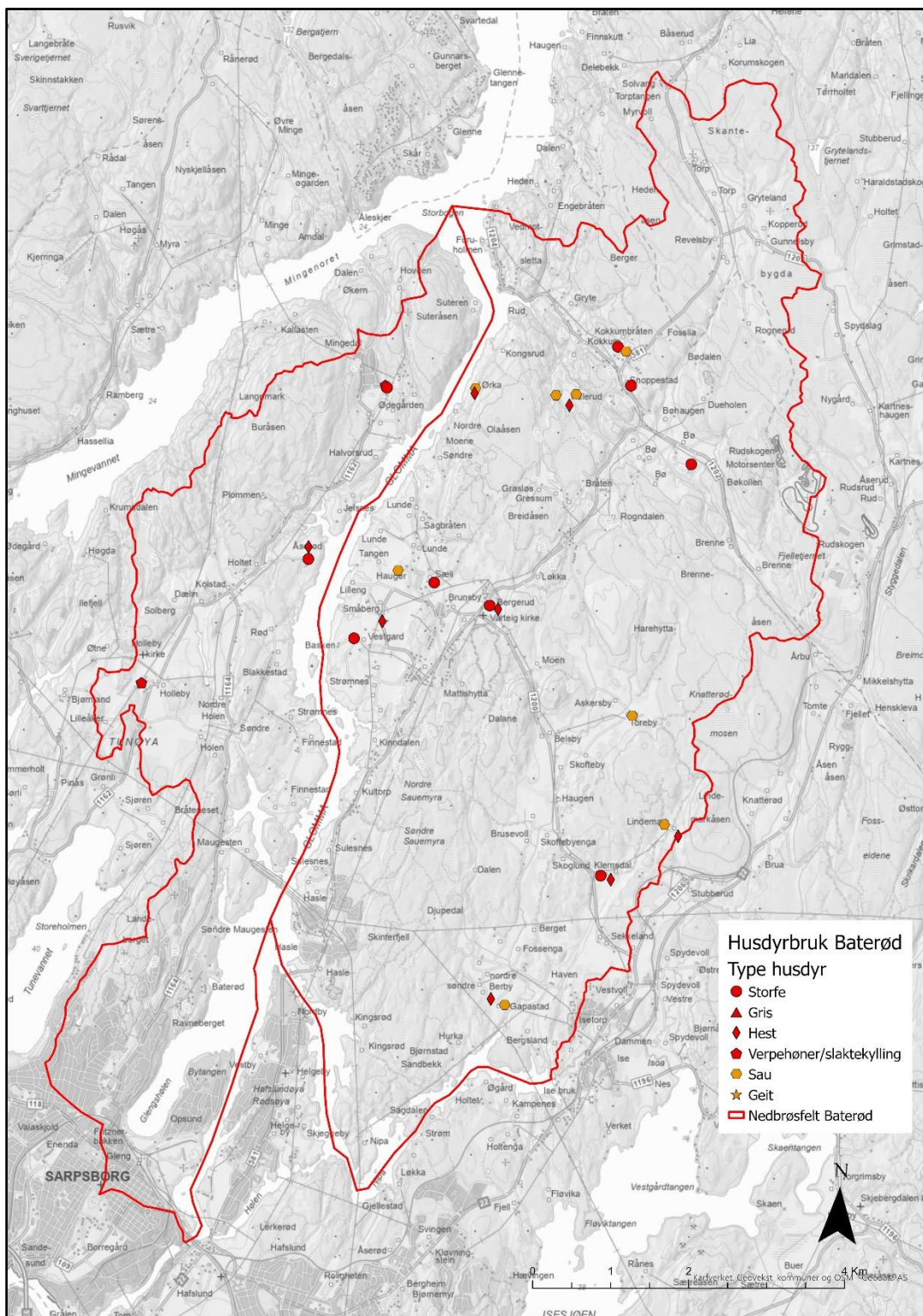
Antall dyr er i hovedsak basert på tilskuddssøknader. Alle dyr er ikke til stede hele året. Lam blir for eksempel født om våren og slaktes om høsten. Det er derfor usikkerheter i disse tallene med tanke hvor mange dyr som er i feltet til enhver tid. Produsert mengde gjødsel fra husdyr samt fosforinnhold er basert på tall hentet fra Bioforsk (nå NIBIO), NIVA og NORSØK [15, 16, 17]. Også her er det variasjon i inngangsverdier. Samlet sett må derfor produsert mengde fosfor fra husdyr sees som en indikasjon på størrelsesorden og ikke eksakte tall.

Tabell 4: Husdyrtall fordelt på delnedbørsfelt til Baterød. Tall basert på søknad om produksjonstilskudd.

Dyretype	Nedbørsfelt Baterød Antall dyr	Kg P/år
Storfe	650	3 203
Gris	0	0
Hest	25	123
Verpehøner	188 600	929 327
Sau	333	1 641
Geit	0	0
Sum		934 293

Tabell 5: Inngangsverdier for grovt estimat av gjødselproduksjon og fosforinnhold i husdyrgjødsel.

Dyretype	Kg P/tonn gjødsel [15]	Kg gjødsel/døgn [16]
Storfe	0,45	30
Gris	0,89	5
Hest	1	23
Verpehøner	8	0,120 [17]
Sau	2	1
Geit	2	1



Figur 28: Steder med husdyrhold og type dyr. For gårdsbruk der det er flere dyreslag er det gitt flere punkt med litt avstand slik at punktene skal vises i kartet. Kilde: Landbrukskontoret i Sarpsborg kommune.

3.2.2.2 Storfe

Det er ca. 650 storfe i nedbørsfeltet fordelt på ni besetninger. Fire besetninger har litt over 100 dyr, tre besetninger har ca. 50 dyr og de resterende er mindre besetninger.

Det er ikke undersøkt hvilket gjødsellagringsystem de forskjellige brukene har, men det antas at det meste er bløtgjødsel som lagres i gjødseltanker og spres fortrinnsvis vår eller høst. Slik gjødselspredning kan gi rask avrenning til vassdrag dersom man ikke er nøye med avstand til vassdrag når det spres. Videre kan nedbør snart etter spredning også gi raskere avrenning. Dersom det er besetninger med kjøttfe kan disse gå på talle. Dette er et tørrere system som ikke har tilsvarende potensiale for avrenning ved spredning som bløtgjødsel.

Det legges til grunn at alle storfe er på beite deler av sommeren. Dersom beiting skjer i eller svært nært vann og vassdrag, kan dette gi rask avrenning av storfeavføring til vassdraget. Basert på gjennomgang av flybilder ser det ut til at det nettopp er de nære strandarealene til Glomma som benytte til beite for driftsenheter nær elva. For de øvrige driftsenhetene med storfe er avstanden til Glomma større og den potensielle direkte påvirkningen på vann i Glomma er dermed mindre. Befaringen i august 2022 viste imidlertid at det også er beiter med god avstand til vann og vassdrag (figur 25).

Aktuelle tiltak for å redusere belastning på Glomma er å sikre at gjødselspredning av skjer i tilstrekkelig avstand fra vann og vassdrag og til egnet tidspunkt. Fra flybilder ser det ikke ut til å være beitearealer nær Baterød vannverk. Det er heller ikke husdyrbesetninger nær råvannsinntaket eller vannverket. Det vurderes derfor ikke å være behov for å gjerde ute beitende storfe fra direkte tilgang Glomma nær vannverk eller råvannsinntak. Se mer om tiltak i eget tiltakskapittel.

3.2.2.3 Hest

Det er registrert 25 hester i nedbørsfeltet til Glomma fordelt på åtte driftsenheter. Det er en eller to hester per besetning, men et sted er det 12 hester. Tre av besetningene har nærhet til Glomma der den ene av disse er den med 12 hester. Dette antas å være fritidshester som ikke inngår i registreringene tilknyttet produksjonstilskudd. Det kan derfor i realiteten være flere hester i nedbørsfeltet en de som er tallfestet her.

Fra hest er det tørrgjødsel. Lagring og spredning skjer på forskjellige måter avhengig av driftsform på den aktuelle hestelokaliteten. På gårdsbruk der det også er annen jordbruksdrift og husdyrhold,

vil ofte håndtering og spredning av husdyrgjødsel skje sammen med annen gjødselhåndtering. På mindre gårdsbruk, eller steder der det bare er hest, kan gjødselhåndteringen være mer uavklart. Det er ikke unormalt å finne at hestegjødsel er tippet utfor en kant i terrenget eller lagret i haug uten at det skjer en reel spredning på jordbruksarealer. I noen tilfeller kan dette også være mot bekkekanter med mulig avrenning mot vann og vassdrag. Det er i forbindelse med denne farekartleggingen ikke gjort en konkret kartlegging av hvordan gjødselhåndtering og -lagring skjer på den enkelte bruk med hest.

For hest på beite nær vannforekomster vil det også kunne bli en viss avrenning av hestegjødsel til vassdrag. Hvor mye vil bl.a. avhenge av helling på terrenget og avstand til vassdrag. Som nevnt for storfe ser det ut til at en del strandnære arealer til Glomma er mye benyttet som beiteareal. Det antas at noen hester også benytter disse arealene.

Basert på fordelingen av hest i nedbørsfeltet og størrelsen på resipienten, vurderes faren for hygienisk påvirkning av hestegjødsel på Glomma som liten.

3.2.2.4 Fjørfe

Det er registrert to besetninger med til sammen 188 600 verpehøner i nedbørsfeltet. Den største besetningen ligger relativt lang fra Glomma, den andre noe nærmere elva i nord.

Hønsegjødsel er som regel tørr gjødsel ofte iblandet strø avhengig av hvordan driftsformen er. Dersom innsettet ikke passer normale spredetider for gjødsel, kan mellomlagring ute være aktuelt. Ved lagring på ugunstige plasser ute kan det bli avrenning til vassdrag. Hva som er tilfelle rundt de to fjørfebesetningene i dette nedbørsfeltet er ikke kartlagt i forbindelse med denne farekartleggingen.

Spredning av fjørfe gjødsel skjer som regel tørt med spredevogn. Dersom spredning ikke skjer direkte i vassdrag bør påvirkningen på vannmiljøet bli moderat eller liten. Gjødselen er da tørr og vil normal pløyes eller harves ned.

3.2.2.5 Sau

Det er registrert åtte besetninger med til sammen ca. 333 sau. Besetningen ligger på østsiden av Glomma, og de fleste ligger relativt langt fra elva. De to nærmeste besetningene til Glomma har imidlertid om lag 90 dyr. Det antas derfor at noe sau beiter ned mot Glomma. Se omtale av beiteområder langs elva i kapittelet om storfe.

Eventuelle beiter på arealer ned mot Glomma kan gi tilførsel av ferskere gjødsel, særlig i nedbørsperioder.

Gjødselhåndteringen på det enkelte bruk er ukjent, men det legges til grunn at oppsamlet gjødsel fra vintersesongen spres som tørrgjødsel i henhold til gjeldene regelverk for gjødselhåndtering.

Basert på fordelingen av sau i nedbørsfeltet og størrelsen på resipienten, vurderes faren for hygienisk påvirkning av sauegjødsel på Glomma som liten.

3.2.2.6 Tiltak

Anbefalinger om tiltak innen husdyr er gitt i kapittel 4.

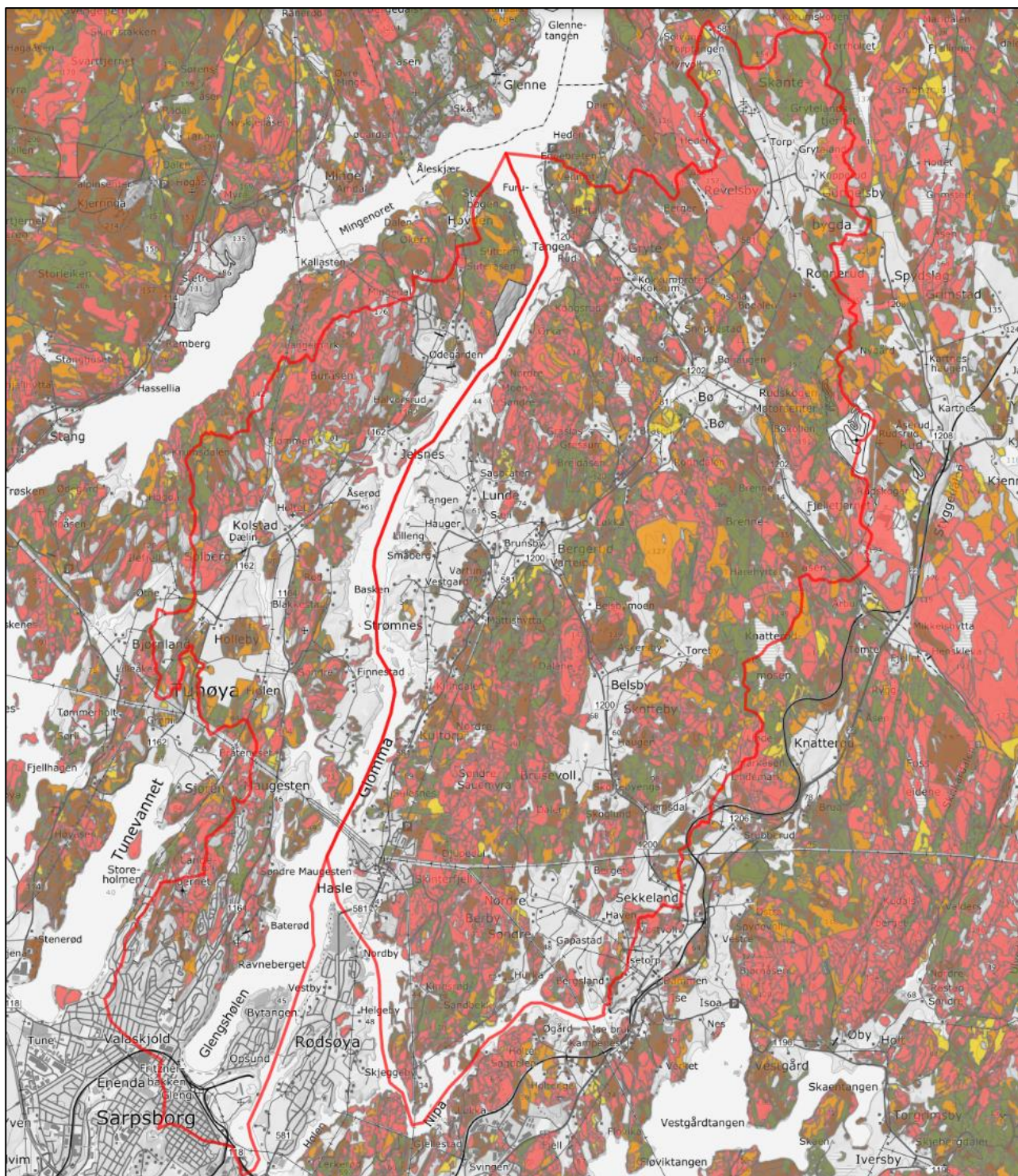
3.2.3 Skogbruk

Ca. 50% av Glomma sitt totale nedbørsfelt er skog (6 % er dyrket mark, det er 7 % myr, mens annen snaumark dekker 37% av arealet). Det produktive skogarealet i hele nedbørsfeltet består av 51% granskog, 35% furuskog, 9% lauvskog og 5% uten dominerende treslag. 22% av det produktive arealet er klassifisert som høg bonitet, 48% som middels og 30% som låg bonitet. Tidligere Østfold og Akershus fylker har høyest andel høy bonitet og lavest andel lav bonitet [15].

Figur 29 viser kart over hogstklasser i nærområdet til Baterød. Utviklingstrinn for skogbestand beskrives som oftest ved hjelp av hogstklasser som defineres ved en nedre aldersgrense for ulike boniteter. I skogbruksplanleggingen bruker benytter man 5 hogstklasser (HKL):

- HKL 1 (gul) - Snau skogsmark som skal forynges ved planting eller naturlig foryngelse.
- HKL 2 (oransje) – Ungskog som er etablert med tilfredsstillende tetthet.
- HKL 3 (grønn) – Yngre produksjonsskog som kan gi nyttbart virke.
- HKL 4 (brun) – Eldre produksjonsskog på vei til å bli hogstmoden. Tynning er ofte aktuelt.
- HKL 5 (rød) – Hogstmoden skog. Tilveksten stagnerer, og det er aktuelt med hogst av bestanden.

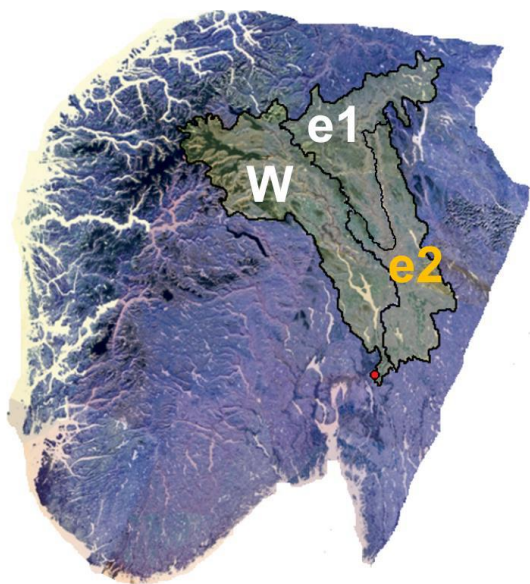
Skogen blir tidligere hogstmoden på høyeste bonitet, for barskog ved 70 års alder, senere på laveste bonitet, for barskog ved 110 års alder.



Figur 29: Skogsareal inndelt etter hogstklasser [16]. Rød strek viser avgrensning av det nære nedbørsfeltet til Baterød.

Kartet viser bestand av ulik alder, det er en del hogstmoden skog (rød farge) i det nære nedbørsfeltet, man kan derfor anta at det vil foregå skogsdrift på de teiger man anser som økonomisk drivverdige. Aktiviteter i forbindelse med skogsdrift kan påvirke vannkvaliteten. Fra naturens side skjer det avrenning av næringsalter (nitrogen og fosfor) og organisk materiale (humus). Dette kan forsterkes ved erosjon av hogstflater der skogen er fjernet, eller ved erosjon fra kjøresår etter skogsmaskiner. Drenering av våte skogsareal for å bedre produksjonsforholdene har størst effekt på tilførsel av næringsalter og humus. Når vegetasjon etablerer seg igjen, vil denne effekten avta. Bruk av sprøytemidler for å bekjempe uønskede vekster og forurensing fra diesel og oljeprodukter fra skogsmaskiner kan også bidra til kjemisk forurensing.

I NOMiNOR prosjektet [17] fant man at bidraget til farge (humus), i råvannet ved Nedre Romerike Vannverk sitt råvannsinntak, i hovedsak hadde opprinnelse i e2-delen av nedbørsfeltet til Glomma (figur 30).



Figur 30: Oppstrøms areal produserer mest humus [17].

Det er antatt at e2 delen av nedbørsfeltet er styrende for mengde humus i råvannet ved Baterød også, med mindre tilleggskbidrag fra arealene mellom Mørkfoss til Baterød.

Det er ikke funnet sprøytemidler i norske vannkilder i konsentrasjoner som kan medføre helsefare, dette skyldes dels at det er strenge restriksjoner på bruk av sprøytemidler, og dels at restprodukter etter sprøyting kan være utfordrende å få analysert i laboratorier. Forskrift om plantevernmidler setter

regler og begrensninger på bruk og lagring av sprøytevernmidler. § 20 omhandler plikt til å redusere risikoen for vannforurensning.

Intensivert skogsbruk er lansert som et klimatiltak for økt produksjon av biomasse og for å redusere bruk av fossilt brensel og økt karbonuttak [18]. Intensivert skogsdrift medfører gjødsling og skoguttak som igjen kan føre til økt avrenning, og økte verdier av nitrogen i overflatevann, (og grunnvann og kystvann (eutrofiering)). Det kan også mobilisere kvikksølv og føre til forsurening av overflatevann, med mulig påvirkning på fisk og økosystemer.

To prosjekter (SURFER [19] og BIOWATER [20]) ble gjennomført mellom 2015 - 2020. Disse undersøkelsene er delvis basert på litteraturstudier med andre gjødselregimer og delvis på feltforsøk. Førstnevnte prosjekt konkluderer med at utvasking av nitrogen i forbindelse med skoggjødsling kan ha negative konsekvenser i vannforekomster som er følsomme for eutrofiering eller forsurening. Ved valg av gjødslingslokaliteter bør det tas hensyn til om tilliggende vannforekomster er sårbare i forhold til eutrofiering eller forsurening. SURFER-prosjektet konkluderer også med at det kan være små effekter på N-konsentrasjonen i vann rett etter gjødsling, men at utvaskingen av nitrat blir høyere 5-10 år etter at den gjødslede skogen blir avvirket. Det blir også vist til at det er særlig viktig med gode buffersoner (uten hogst og gjødsling) rundt vannforekomstene [21]

«Med det grønne skiftet kan vi forvente mer næringsstoff inn til våre vassdrag om ikke korrekte tiltak blir iverksatt for å forhindre dette» [22].

Planting av skog i tidligere åpent landskap kan føre til økt avsetning av forsuringskomponenter ved at skogen virker som et filter for forurenset luft og nedbør, og økt jord- og vannforsuring ved at en større andel basekationer tas opp og lagres i tre-biomassen. Det er imidlertid for lite kunnskap i dag for å kunne vurdere mulige konsekvenser for vannkvaliteten av tettere planting på eksisterende skogsarealer.

Det ligger en mulig konflikt mellom å drive kommersielt og intensivt skogbruk i et nedbørsfelt og bevare god vannkvalitet i råvannskilden.

I Norge er praktisk talt alt skogbruk PEFC-sertifisert [23]. Slik er det også i nedbørsfeltet til Glomma. Skogeier vil ikke få solgt tømmeret om det ikke er PEFC-sertifisert. PEFC systemets 4. revisjon er ferdig og trer i kraft 1. Mars 2023. Kravpunkt 27 i denne sertifiseringen gir standarder for vannbeskyttelse med krav til blant annet markberedning, bredde på kantsoner og gjødsling for å unngå næringstap og avrenning:

Skogsdrift i og i nær tilknytning til vann, elver, bekker og våtmarksområder skal tilpasses slik at vannkvalitet og livsmiljøer ved og i vann bevares eller utvikles.

Langs vann, elver og bekker med årssikker vannføring eller bredere enn en meter skal det bevares eller utvikles en flersjiktet/fleraldret kantsone. Langs andre bekker skal buskvegetasjon og mindre trær spares for å sikre et vegetasjonsbelte.

Kantsonen skal være bred nok til å opprettholde kantsonens stabilitet og økologisk funksjon. Bredden kan variere langs én og samme kantsone i tråd med naturlig variasjon i felt, og vegetasjonstype og terrengform skal være retningsgivende for utformingen. Med utgangspunkt i en bredde på 10-15 meter, justeres bredden for følgende:

- Edellauv-, høgstaude-, storbregne- og sumpskog – vesentlig bredere (25-30 meter)
- Tørre vegetasjonstyper eller bratt terreng mot vassdraget - smalere kantsone.
- Énsjiktet furuskog - ned mot 5 meter.
- 1-2 meter brede bekker - ned mot 5 meter

For å fange opp de spesielle forholdene som oppstår i periodevis oversvømte arealer, skal alt oversvømmingsareal inngå i kantsonen.

Kantsoner skal normalt stå urørt. Eventuell hogst i kantsonen skal fremme stabilitet, sjiktning og naturlig treslagsfordeling. Utenlandske treslag fjernes, mens lauvtrær og stabile trær spares. Hogst i kantsonen skal dokumenteres.

Énsjiktet, ustabil granskog i kantsoner kan hogges med sikte på å etablere stabilitet, sjiktning og naturlig treslagsfordeling. Stabile trær skal spares, og det tas særlig hensyn langs viktige gytebekker. Slik hogst skal begrunnes og dokumenteres. Det skal søkes dispensasjon der det er krav om dette etter lovverket.

Av hensyn til friluftsliv, viktige kulturlandskap, trafikkikkerhet eller driftstekniske nødvendigheter kan kantsonene stedvis åpnes. Unntakene skal begrunnes og dokumenteres.

Følgende krav skal ivareta hensynet til vannressursene:

- Ved planlegging i skogbruket skal det legges vekt på å ivareta hensyn til vannressursene, gytebekker for anadrom laksefisk og vassdrag med elvemusling, jf. kravpunkt 3 «Planlegging i skogbruket».
- Det skal legges vekt på å unngå forurensing av vann og vassdrag, jfr. kravpunkt 12 «Avfall og forurensning». Drivstoff skal f.eks. ikke lagres nærmere 50 meter fra vannkilde.
- Ved gjødsling i skog skal det legges vekt på å unngå avrenning mot vassdrag bl.a. ved å sette igjen en gjødslingsfri sone på 25 meter mot vann, elver og bekker (50 meter ved lav spredningspresisjon), jf. kravpunkt 19 «Gjødsling og næringsbalanse».
- Markberedning skal skje skånsomt og ikke nærmere enn 5 meter fra bekk med årssikker vannføring, jf. kravpunkt 16 «Markberedning»
- Ved grøfterensk og suppleringsgrøfting skal vannet ikke ledes rett ut i bekker, elver og vann, jf. kravpunkt 28 «Myr og sumpskog»
- Det skal legges vekt på å unngå og eventuelt utbedre hjulspor som forårsaker vannavrenning og erosjon. Ved kryssing av elver og bekker med skogsmaskiner skal det legges vekt på å unngå kjørespor som fører til erosjon ut i elva/bekken, jfr. kravpunkt 14 «Terrengtransport».
- Hogstavfall skal ryddes bort fra bekker, elver og vann, jfr. kravpunkt 11 «Hogst»

Det vises til kravpunktene i norsk PEFC skogstandard i Forskrift om bærekraftig skogbruk som gjelder all skog for mer detaljer. Det er relevant for vannverkseier å få vite om tilsyn ved hogst for å kontrollere at disse kravpunktene blir fulgt opp i praksis. I Lov om skogbruk (skogbrukslova) står det i §20 om tilsyn, kontroll og rapportering, 1.ledd: *Kommunen skal føre tilsyn med at føresegnene i lova blir haldne, og kontrollere at vedtak med heimel i lova blir gjennomførte.*

Skogbruksareal innenfor Sarpsborg kommune sine grenser er vurdert til å ha et begrenset bidrag til endringer i råvannskvalitet i Glomma. Det blir ikke foreslått spesielle tiltak for skogbruket, utover de krav som allerede eksisterer i PEFC skogstandard.

Skogbrann beskrives kort i kap. 4.6.2.4 om naturlige årsaker til forverret råvannskvalitet.

3.3 Avløpsvann

3.3.1 Generelt om avløp

Avløpsvann fra bebyggelse og husholdninger inneholder mye bakterier, virus og parasitter som kan være sykdomsfremkallende. Det er viktig å unngå at dette når råvannskildene. Avløpsvann fra husholdninger inneholder også partikulært materiale, næringssalter (organisk stoff, nitrogen og fosfor) samt tilsetningsstoffer som brukes i såper og kosmetikk (siloksaner, parabener, PFAS og mikroplast). Av næringssalter dominerer organisk stoff, etterfulgt av nitrogenforbindelser og fosfor.

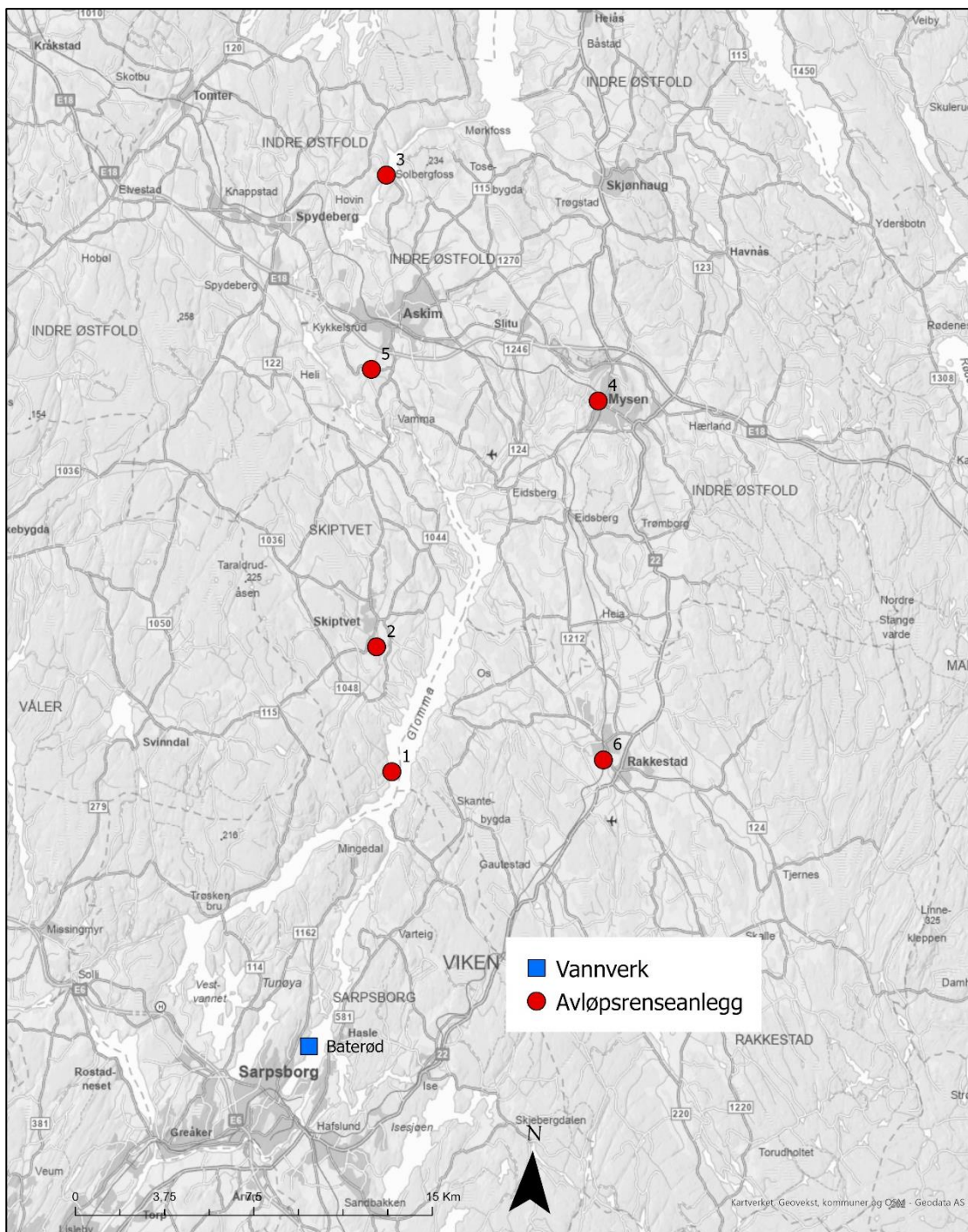
For sentraliserte avløpsløsninger (renseanlegg og avløpsnett) kan ledningsbrudd, overløp fra pumpestasjoner og renseanlegg, og lekkasjer medføre utslipp av urensset avløpsvann. Dette er spesielt uheldig hvis avløpsledningen eller pumpestasjon/renseanlegg ligger i eller nær vannet med fare for direkte utslipp i kilden. Utslipp fra sentraliserte løsninger vil som regel være konsentrerte i utbredelse (utslipp fra et lekkasjepunkt eller overløp), mens mengde vil avhenge av hvor mange abonnenter som er tilknyttet avløpssystemet.

Løsninger for oppsamling, behandling og disponering av avløpsvann som ikke er tilknyttet kommunalt (sentralisert) system, er basert på mindre, private anlegg (< 50 pe) hvor avløpsvannet renses på stedet før det går til resipient eller infiltrerer i grunnen. Nasjonale og generelle tall fra SSB viser at de fleste spredte avløpsløsninger baserer seg på slamavskiller alene, eller i kombinasjon med infiltrasjonsanlegg eller sandfilter. Feildimensjonering og dårlige infiltrasjonsforhold er noen årsaker til at avløpsvannet ikke renses tilstrekkelig og dermed kan gå urensset til resipient. Andre typiske årsaker er tette tanker som ikke tømmes og går i overløp eller lekker. Generelt er hovedutfordringene med spredte avløpsløsninger lite kontroll på utslipp, dårlig vedlikehold og tilstand. Det er vanskelig å oppdage utslipp, gjerne fordi tankene er nedgravd og lite tilgjengelig. Det er også stor fare for brukerfeil eller utilstrekkelig oppfølging. Sabotasje er også en mulig fare. Hvis disse anleggene samtidig ligger nær vannkilde med mulighet for direkte utslipp er risiko for forurensning høy.

3.3.2 Kommunalt avløp

3.3.2.1 Renseanlegg

Oppstrøms Baterød, mellom Øyeren og inntakspunktet til Baterød vannverk, ligger det flere avløpsrenseanlegg med utslipp til Glomma (Figur 31).



Figur 31: Oversikt over avløpsrenseanlegg oppstrøms Baterød vannverk

Det er kun Glennetangen (nr 1) og Solbergfoss (nr 3) som har direkte utslipp til Glomma, de andre renseanleggene har utslipp til elv, som igjen har sitt utløp i Glomma. Renseanleggene er basert på

kjemisk-biologisk rensing, og sekundærrensing med fosforfjerning for tre av dem (Mysen, Bodal og Revaug) (tabell 4). Det ligger også andre renseanlegg i nedbørsfeltet og oppstrøms Baterød, men disse har ikke utslipp til Glomma men til andre elver/innsjøer.

Tabell 6: Renseanlegg oppstrøms Baterød vannverk til utløp Øyeren

Nr (ref punkt i kart)	Renseanlegg	Kommune	Utslippspunkt	Renseprosess	Størrelse
1	Glennetangen Ferie og fritidssenter	Skiptvedt kommune, privat renseanlegg	Glomma, rett nord for der Glomma deler seg i vestlig (Mingevannet) og østlig løp	Ukjent	ukjent
2	Hoel (Meieribyen)	Skiptvet kommune	Holsbekken, som har sitt utløp i Glomma ved Vidnes	Kjemisk-biologisk	ukjent
3	Solbergfoss	Indre Østfold kommune	I Glomma, rett sør for utløp av Øyeren	Kjemisk-biologisk	
4	Mysen	Indre Østfold kommune	Hæra, som har sitt utløp i Glomma ved Grønsund	Kjemisk-biologisk med sekundær - og fosforfjerning	
5	Revaug (tidligere AHSA)	Indre Østfold kommune	Løkenbekken, som har sitt utløp i Glomma ved Vrangentangen /Engerbukta	Kjemisk-biologisk med sekundær - og fosforfjerning	30 000 pe
6	Bodal avløpsanlegg	Rakkestad kommune	Rakkestadelva, som har utløp i Glomma ved Brekke	Kjemisk-biologisk med sekundær- og fosforrensing	

Renseprosessene fjerner partikler, organisk stoff og næringsalter (i henhold til krav i utslippstillatelser. Urenset avløpsvann inneholder også betydelige mengder mikroorganismer (bakterier, virus og parasitter). I renseprosessene fjernes en stor andel av disse, men hvor mye som fjernes avhenger av prosessutformingen ved det enkelte renseanlegg (tabell 5). Kjemisk/biologisk

rensing har god effekt på fjerning av mikroorganismer i avløpsvann. Kjemisk eller biologisk rensing alene har noe lavere renseseffekt.

Generelt skal bemerkes at det pågår nå en revisjon av EUs avløpsdirektiv, som også vil berøre norsk regelverk og håndtering av avløpsvann. Dette vil blant annet gjelde krav om nitrogenrensing og fjerning av mikroforurensinger. Dette kan berøre flere av anleggene oppstrøms Baterød vannverk, og vil være en fordel for råvannskvaliteten i Glomma.

Tabell 7: renseseffekt for mikroorganismer i ulike anleggstyper [24].

Mikroorganismer	Kjemisk rensing	Biologisk rensing	Kjemisk-biologisk rensing
Bakterier	81,6-99,99%	90-99%	99,5-99,9%
Virus	95-98%	94-98%	99,6-99,85%
Parasitter	Mangler data	90-99%	Mangler data

Utslipp av avløpsvann (både fra overløp og rensed utslipp) kan utgjøre en hygienisk belastning på vannkildene, og spesielt overløpsutslipp. Det foreligger informasjon om overløpsutslipp fra rensesanleggene på Mysen, Bodal og Revaug (www.norskeutslipp.no). Tilsvarende informasjon har vi ikke for de øvrige rensesanleggene, men det er likevel grunn til å tro at det går betydelige mengder urensed avløpsvann ut i Glomma, både direkte og i tilførselselver. Data på hygienisk vannkvalitet for Baterød vannverk og nærområder viser også at vannet er kontinuerlig fekal forurenset. Det er imidlertid usikkert om det er de omtalte rensesanleggene oppstrøms Baterød og som ligger langt oppe i Glomma som er hovedkilden til den hygieniske forurensingen som registreres ved Baterød. Det kan hende at mer nærliggende kilder har en større og mer direkte påvirkning (overløp pumpestasjoner, lekkasje/brudd på ledningsnett).

3.3.2.2 Avløpsnett

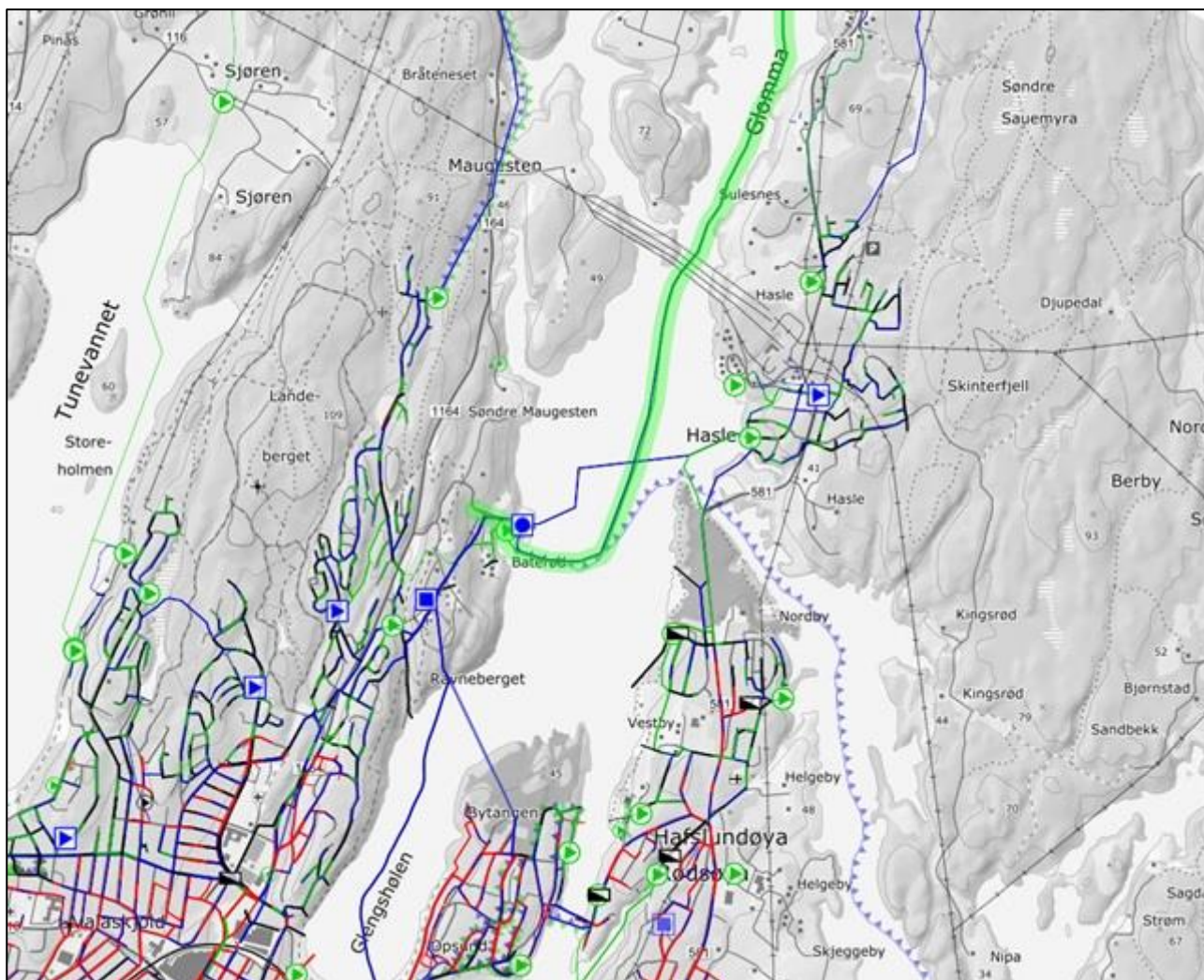
Områder med kommunalt avløpsnett i nærheten til Baterød vannverk i Sarpsborg kommune er (Figur 32):

- Sørsiden av Glengshølen, Sarpsborg sentrum, for det meste fellesledninger for spillvann og overvann

- Hafslundsøy og Opsund/Bytangen, nedstrøms og øst for Baterød. Blanding av kommunalt felles- og separat avløpssystem.
- Vest og nedstrøms for Baterød, blanding av felles- og separate avløpsledninger
- Hasle, nord-øst og oppstrøms Baterød vannverk. Separate avløpsledninger for overvann og spillvann.

Den største delen av det kommunale avløpsnett er etablert nedstrøms Baterød vannverk.

Av større dimensjoner er en 6,5 km lang pumpeledning (PE, dim 160 mm) for avløpsvann som går fra nord i Glomma til Baterød. Ledningen ble lagt i 2011 og ligger i djupålen i Glomma. I henhold til GeminiVA er det ingen driftshendelser registrert på ledningen. Det er ikke utført ROS-analyse for denne ledningen. Det anbefales at dette utføres. Utover denne ledningen er det lite kommunalt avløpsnett oppstrøms og i nærheten av Baterød som kan utgjøre noen risiko for forurensing av vann i nærheten av Baterød. På andre siden av Glomma, ved Hasle er det noe kommunal infrastruktur. En pumpeledning for avløp går ut i Glomma, men ledes på østsiden av Nordbytangen og ikke forbi råvannsinntaket på Baterød.



Figur 32: Kommunale avløpsledninger og pumpestasjoner i Baterøds nære nedbørsfelt. Informasjon hentet fra GeminiVA.

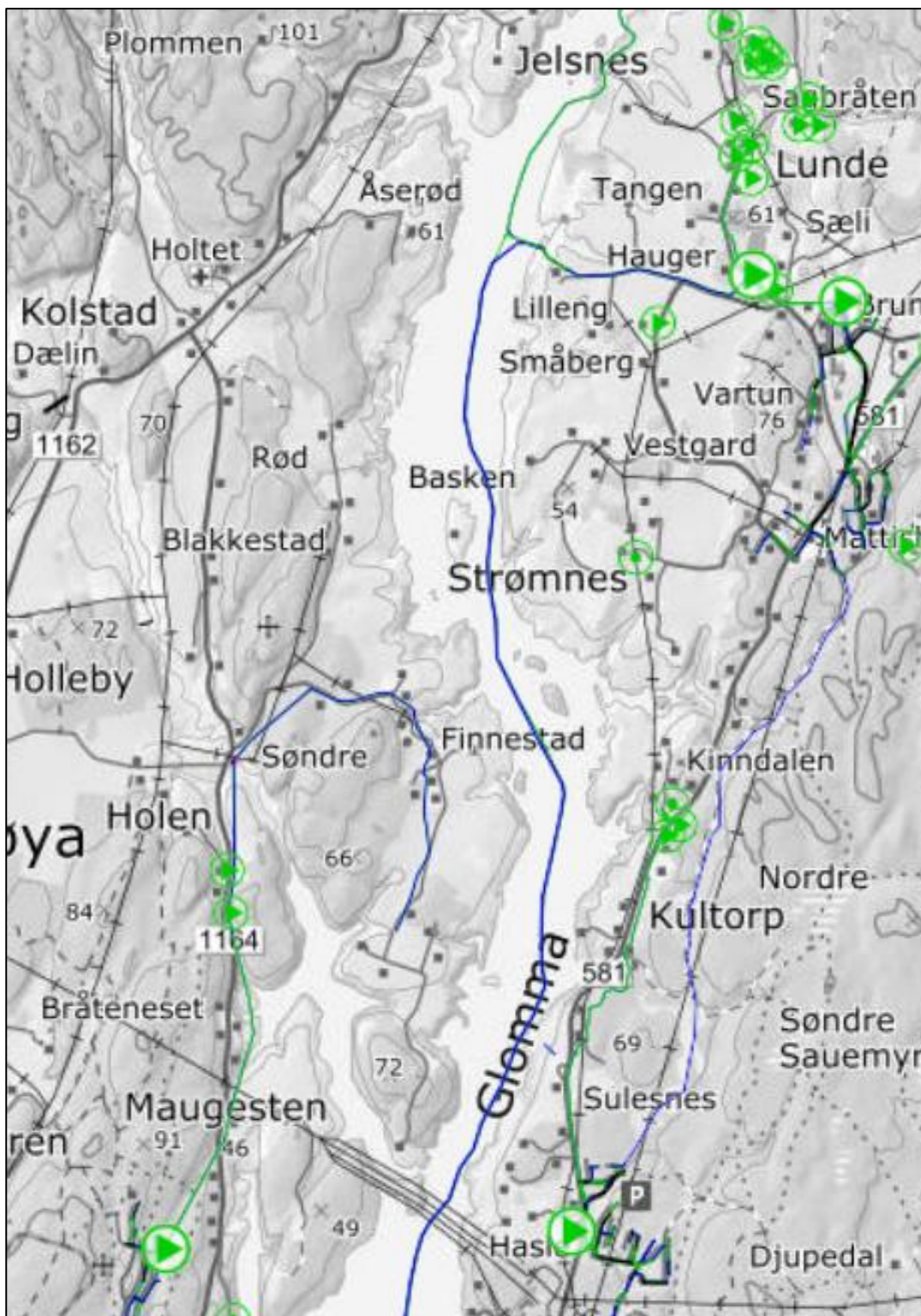
3.3.2.3 Pumpestasjoner

Det er etablert en pumpestasjon rett sør for vannverket, som pumper avløpsvann videre i distribusjonssystemet. Pumpestasjonen er fra år 2000. I henhold til GeminiVA er det ikke registrert driftshendelser ved denne. Det er etablert overløp og overløpsledning som ledes direkte ut i Glomma, men nedstrøms råvannsinntaket til Baterød. Det er uvisst om og hvor mye pumpestasjonen går i overløp, men eventuelle utslipp vil antagelig raskt fraktes med vannstrømmen sørover i Glomma og ikke berøre råvannsinntaket til Baterød. På østsiden av Glomma, ved Hasle ligger to pumpestasjoner, men i relativt god avstand til Glomma. Den ene pumpestasjonen har direkte overløp til Glomma.

Vannkvalitetsdata fra prøvepunktet ved Hasle Hageby kan indikere at det har vært utslippshendelser minst en gang, da TKB var målt til 780 000 CFU/100ml.

3.3.2.4 Trykkavløp

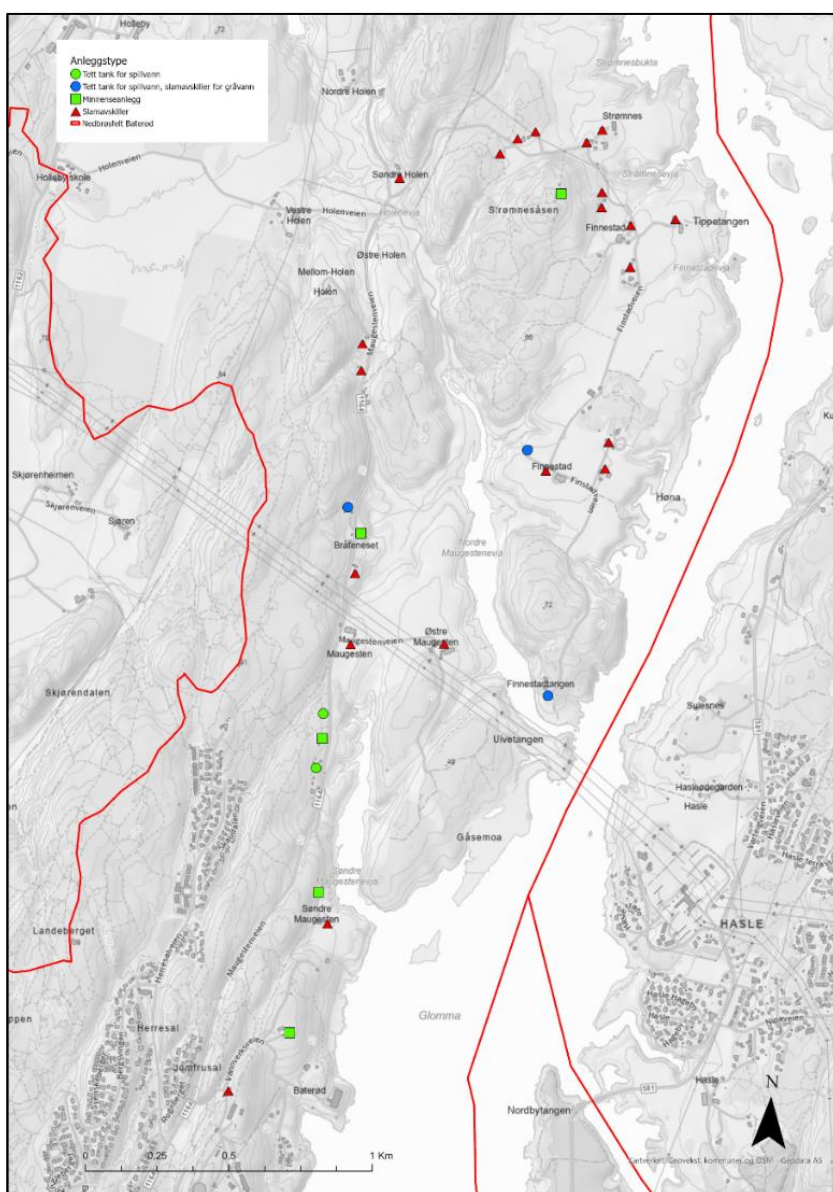
Det er etablert noe trykkavløp både på østsiden og vestsiden av Glomma (Figur 33). Kommunen gjør dette i forbindelse med sanering av spredt avløp i området. Generelt oppfattes trykkavløp som en sikker løsning mht. redusert fare for overløp og ukontrollerte utslipp, og som et driftssikrere alternativ sammenlignet med spredte avløpsløsninger. Dette betinger imidlertid at anleggene er riktig dimensjonert, utstyrt med alarmer ved pumpestopp og at det ikke er tilrettelagt for overløp i pumpestasjonene. Pumpestasjonen må også ha et godt buffervolum, spesielt ved sammenkobling av flere husstander. Pumpestasjonene med tilhørende ledningsanlegg i det nære nedbørsfeltet til Baterød er av nyere dato (leggeår 2020, materiale: PE, dim 40 mm) og forventes ikke å utgjøre noen forurensingsbelastning her.



Figur 33: Trykkavløp etablert i 2019/2020 nord for Hasle hageby på østsiden av Glomma. Det er også etablert noe trykkavløp på vestsiden av Glomma mellom Maugestén og Holen.

3.3.3 Spredt avløp

Det er en del spredt avløp i områdene nordover langs Glomma, som totalt sett kan bidra til forurensing av tilløpselver/bekker og selve Glomma. Den dominerende anleggstypen er slamavskillere og noe minirensanlegg. I Baterøds nære nedbørsfelt er det noen anlegg plassert på vestsiden av Glomma, nord for vannverket. Som for det øvrige nedbørsfeltet er den dominerende avløpsløsningen slamavskillere, men noen få minirensanlegg og noen anlegg med tett tank (Figur 34).



Figur 34: Spredt avløp i Båstads nære nedbørsfelt, nord for vannverket.

Generelt vil slamavskillere ikke egne seg som avløpsløsning i nedbørsfelt til drikkevannskilder da de har dårlig renseevne, både for næringssalter og bakterier (Tabell 8). Det antas at disse anleggene utgjør en lav forurensingsrisiko i det nære nedbørsfeltet til Baterød. Det er snakk om relativt få anlegg som i hovedsak ligger i god avstand fra selve Glomma, uten direkte utslipp. Sarpsborg kommune utfører jevnlig tilsyn av spredt avløp i sine nedbørsfelt, med pågående oppgraderingsarbeid. Det er viktig at dette arbeidet fortsetter, både for å redusere fare for forurensing av drikkevannskilder, men også for å ivareta krav i forurensingsforskriften og arbeid etter vannforskriften.

Tabell 8: Forventet renseevne for næringssalter, organisk materiale og hygieniske parametere [25].

Parameter	Slamavskiller	Minirensanlegg – klasse 1
Total fosfor	5-10%	90%
Organisk stoff (BOF5)	20-30%	90%
Total nitrogen	5-10%	20%
Suspendert stoff	30-60%	-
Termotolerante bakterier/bakterier og virus	40-50%	99%

3.4 Kjemisk forurensning av Glomma – organiske miljøgifter

Med kjemisk forurensning menes her kjemiske stoffer som tilføres vannkilden og som kan forringe drikkevannskvaliteten og ha negativ helseeffekt for de som drikker vannet. Drikkevannsforskriften setter grenseverdier for en rekke kjemiske forbindelser, hvor grenseverdiene fastsettes for å forhindre skader som kan oppstå ved eksponering for lave doser over lang tid. Akutt forgiftningsfare fra kjemiske stoffer i vann opptrer bare under spesielle forhold, som ved massiv forurensning av uorganiske eller organiske giftstoffer, eller ved at giftstoffer produseres av mikroorganismer i vannkilden.

Det foreligger lite data som indikerer at kjemiske stoffer i drikkevann representerer noen folkehelseproblem. Det er heller ikke kjent at det har skjedd noen tilfeller av akutt forgiftning forårsaket av at vannet fra et norsk vannverk har inneholdt store mengder kjemiske forurensningsforbindelser [26]. Ved utslipp til vann vil store vannvolum og fortykning som regel raskt redusere konsentrasjoner av forurensende kjemikalier til under helsefarlige nivåer eller deteksjonsgrenser.

Selv om det er lave nivåer og høy fortykning, så eksisterer det en kjemikaliecocktail i omgivelsene bestående av flere tusen ulike stoff, mange av disse er menneskeskapt med svært lang

nedbrytningstid. For enkelte stoff kan det antas at disse i periodevis vil opptre i konsentrasjoner som gjør det ønskelig å kunne redusere eller fjerne de i vannbehandlingen, slike episoder kan mest sannsynlig skyldes akutte hendelser. Det kan også være stoffer som er eller har vært i bruk, og som man med ny kunnskap om, med tiden vil få en innskjerping på grenseverdier i regelverket.

En utfordring er at de ulike stoffgruppene består av en rekke undergrupper som de ulike renseprosessene har svært varierende effekt på. Det vil derfor være tilnærmet umulig å sette spesifikke krav om rensing og rensegrad for disse stoffene/stoffgruppene. Noen aktuelle stoffgrupper kan være: Cyanotoksiner, PFAS/PFOS, pesticider (sprøytemidler), bromerte flammehemmere, medisinerester og hygieneprodukter, mikroplast (fjernes sannsynligvis i de renseprosesser som fjerner øvrige partikler), og petroleumsprodukter (PAH). Ftalater, fenoler og dioksiner er også kjemisk forurensning man ikke ønsker i drikkevannet. Risiko for radioaktiv forurensning har fått ny aktualitet pga. krigen i Ukraina. Radioaktive isotoper har forskjellige egenskaper og kan ikke vurderes under ett mht. rensing.

Organiske miljøgifter er stoffer bygd opp av et skjelett av karbonatomer, gjerne i ringstrukturer. Til dette skjelettet kan det være knyttet grunnstoffer i gruppen halogener, det vil si klor, brom eller fluor. Organiske miljøgifter kan også være bundet til andre grunnstoffer enn halogener. Tinnorganiske forbindelser, f.eks tributyltinn (TBT), er et eksempel. Med unntak av de perfluorerte stoffene, er organiske miljøgifter generelt fettløselige, noe som tilsier at vi finner de høyeste nivåene i fettholdige næringsmidler. På grunn av at stoffene har lang nedbrytningstid og hopper opp i kroppen, vil nivåene øke oppover i næringskjedene [27].

I det følgende vil noen av de større stoffgruppene bli omtalt. Det gjøres oppmerksom på at dette ikke er en uttømmende oversikt.

3.4.1 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)

PAH er en samlebetegnelse for mange stoffer og kalles ofte tjærestoffer. De finnes i steinkulltjære og kreosot – og forekommer også naturlig i råolje. PAH dannes dessuten ved all ufullstendig forbrenning av organisk materiale, som trevirke. Utslippene av PAH var relativt konstante fra 1995 til 2005, men fra 2005 til 2007 var det en reduksjon på nesten 50 prosent. Modernisering av produksjonsprosessene i aluminiumsindustrien var den viktigste årsaken til reduksjonen. I 2019 var allikevel aluminiumsindustrien den største kilden til utslipp av PAH. Utlekking av PAH fra kreosotimpregnert trevirke er også en viktig kilde. Det ble beregnet et utslipp på 67 tonn i 2019 [28].

Giftigheten til de forskjellige PAH-forbindelsene varierer. Benzo[a]pyren antas å være en av de mest helse- og miljøskadelige PAH-forbindelsene og har mange alvorlige effekter. Stoffet kan forårsake kreft, genetiske skader, skade forplantningsevnen og gi fosterskader. Det kan også gi allergiske hudreaksjoner.

Grenseverdien for summen av PAH er 0,1 mikrogram per liter i drikkevann. Dette gjelder for forbindelsene benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(ghi)perylene og indeno(1,2,3-cd)pyren.

Det er også en egen grense for benzo[a]pyren på 0,010 mikrogram per liter i drikkevann.

Totale hydrokarbonnivåer (engelsk: total hydrocarbon content - THC) i sedimentene kan det også analyseres for. Dette gir et generelt bilde av det totale hydrokarboninnholdet i det studerte området, og inkluderer både PAH, monoaromatiske hydrokarboner, alkaner og sykloalkaner. Forhøyete THC-nivåer kan indikere oljeutslipp i området. Mest sannsynlige opphav til denne form for forurensning vil være akutte utslipp ifm. uhell/ulykker (ev. forsettlig handling):

- Ulykker under transport av drivstoff eller andre oljer i tankbil
- Ulykker med utslipp fra kjøretøyets egne drivstofftanker – hyppigere hendelser, men mindre mengder utslipp i hvert tilfelle enn fra tankbilulykker
- Skogsdrift, særlig fra transportable tanker i skogen
- Landbruk, særlig fra lagertanker
- Industri og næring, sannsynligvis størst fare knyttet til midlertidige lagertanker i forbindelse med anleggsarbeid

3.4.2 Per- og polyfluorert alkylstoffer (PFAS)

Per- og polyfluorerte alkylstoffer (PFAS) er en fellesbetegnelse på en familie av flere tusen syntetiske organiske forbindelser som inneholder fluorforbindelser. De mest kjente er PFOS (perfluoroktylsulfonat) og PFOA (perfluoroktansyre). Flere land, bl.a. USA, har stoppet produksjonen av PFOS og PFOA. Likevel er det fortsatt i mange land som produserer stoffene. Norge har ingen produksjon av PFAS, men varer som inneholder PFAS importeres i betydelig omfang.

Disse stoffene ble oppfunnet på 1930-tallet, og kom på markedet på 1940-tallet. De har fått utbredt bruk på grunn av sine gode vann-, fett- og smussavstøtende egenskaper, og finnes i mange produkter vi anvender til daglig. Typisk bruk er impregnering av tekstiler som yttertøy og tepper,

matemballasje, slipp-belegg i kokekar, kosmetikk, barne-/babyprodukter (vognposer, fottrekk), rengjøringsmidler, maling, skismurning, industriprodukter, brannslukkingsskum, etc.

PFAS omfatter vannløselige, stabile/tungt nedbrytbare og bioakkumulerende stoffer. Flere typer av PFAS kan omdannes til PFOA, og denne forbindelsen finnes ofte igjen i dyr, planter og andre miljøprøver. Også mange drikkevannskilder er forurenset med PFAS.

Flere PFAS-er er oppført på norske myndigheters prioritetsliste, bla. PFOS i 2002, PFOA i 2007, og PFBS i 2019. Målet er en kontinuerlig reduksjon i bruken av disse stoffene, og stans av utslippene innen 2020. Siden PFAS brukes i stor utstrekning i forbruksvarer, vil disse stoffene selvsagt også havne i avløpsvannet. Siden konvensjonelle rensemetoder for avløpsvann bare i liten grad vil fjerne PFAS, innebærer dette at man normalt vil finne PFAS i vannforsyningssystemer der råvannskilden også fungerer som resipient for avløpsvann (e.g. elver). EU-kommisjonen har kommet med forslag til revidert drikkevannsdirektiv der dagens grenseverdier for PFOA og PFOS foreslås erstattet av nye grenseverdier for summen av alle PFAS-er $< 0,5 \mu\text{g/L}$, og der hver enkelt PFAS ikke skal forekomme i konsentrasjoner over $0,1 \mu\text{g/L}$ [28].

3.4.3 Organisk klorerte pesticider (kjemiske plantevernmidler)

FHI gjorde i 2014 på oppdrag fra Mattilsynet en vurdering av mulig helserisiko med årsak i plantevernmiddelrester i drikkevannet [29]. Konklusjonen var at nivåene i norsk drikkevann er lave, og at inntak i de aller fleste tilfeller utgjør mindre enn 0,1 % av ADI (akseptabelt daglig inntak) av de enkelte stoffene. Det er derfor lite sannsynlig at plantevernmiddelrester i drikkevann vil kunne utgjøre en helserisiko. Det ble imidlertid påvist overskridelser i forhold til drikkevannsforskriftens grenseverdi på $0,1 \mu\text{g/l}$ for enkeltstoffer. FHI mener at det bør være en målsetting at grunnvann og drikkevann ikke skal inneholde slike stoffer.

Nedbørsfeltet til Baterød (Glomma) er stort og omfatter landbruksarealer. Det må derfor tas høyde for at alle de plantevernmidler som er lovlig i Norge kan bli benyttet. Det kan også tenkes at det finnes rester, eller nedbrytningsprodukt, av plantevernmidler som ikke lenger selges i Norge. Fortynningen vil gjøre at konsentrasjonene er lave.

3.4.4 Polyklorerte bifenyler (PCB)

Det har eksistert 209 ulike varianter av PCB. PCB-er er lite nedbrytbare, hopper seg opp i levende organismer, har alvorlige langtidsvirkninger for helse og er svært giftige i miljøet. PCB kan gi svekket immunforsvar hos mennesker, skade nervesystemet, gi leverkreft, skade forplantningsevnen og

virke negativt på læringsevne og utvikling. Fostre og spedbarn er mest følsomme for påvirkningen. PCB kan overføres til neste generasjon via opplagsnæring i egg, via livmor til foster og via morsmelk.

PCB ble brukt så tidlig som på 1930-tallet, men den største bruken var på 1960 og -70 tallet. PCB ble brukt i elektrisk utstyr, i bygningsmaterialer som mørteltilsetning, i isolerglasslim, fugemasse og i maling. F.eks. ble det antatt brukt 1300 tonn PCB i produkter og bygninger i 1980. I dag regner man med at ca. 100 tonn PCB står igjen i produkter og bygninger. Mye av PCB som tidligere var i bruk er forsvarlig håndtert og destruert, og andelen PCB-holdig avfall som håndteres forsvarlig har økt de senere årene. Man kan derfor med stor sikkerhet si at utslippene av PCB reduseres betydelig. Målinger gjort på innholdet av PCB i avløpsvann fra renseanlegg viser en betydelig reduksjon de senere årene.

3.4.5 Bromerte flammehemmere

Bromerte flammehemmere (BFH) er masseproduserte kjemikalier som har vært brukt av industrien siden 1970-tallet, for det meste som flammehemmere i forskjellige typer plast, tekstiler, møbler, byggematerialer, elektronisk utstyr, osv. BFH består av flere typer kjemiske forbindelser med felles evne til å dempe brann, men med forskjellig grad av giftighet og ulike kjemiske egenskaper. BFH er lite nedbrytbare (persistente) i miljøet og kan transporteres med luft- og vannstrømmer over store avstander. De finnes derfor i små mengder selv i uberørte områder. De er lite løselige i vann, fettløselige og kan samles opp i fettholdige organer som fiskelever [30].

Mens produksjon og bruk av noen av disse stoffgruppene nå er forbudt over store deler av verden på grunn av deres skadelige miljøvirkninger, som for eksempel bromerte bifenyler, er flere andre grupper fortsatt i bruk, også i Europa. Den mest utbredte gruppen BFH som er i bruk er polybromerte difenyletere (PBDE). PBDE er produsert av mennesker og finnes ikke naturlig i miljøet. Likevel kan man finne spor av disse forbindelsene i miljøprøver fra hele verden, på grunn av langtransport fra fjerne kildeområder. Det finnes over 200 teoretisk mulige varianter (kongenere) for PBDE [30].

Konsentrasjonene av bromerte flammehemmere i f.eks. Mjøsa har vært høye, men er nå synkende. I Norge er EE-produkter en viktig kilde til BFH. BFH kan også finnes i biler, andre typer transportmidler som fly, i isolasjonsmaterialer av plast (polystyren) og i tekstiler til madrasser, sengetøy, møbler og arbeidstøy. I Norge antas det at utslippene ikke har økt i takt med bruken, blant annet fordi mye EE-avfall samles inn.

Bromerte flammehemmere kan gi alvorlige skader på helse- og miljø og påviste effekter er blant annet kreft, redusert fruktbarhet, fosterskader og skader på nervesystemet. De kan også ha hormonforstyrrende egenskaper [31].

3.4.6 Medisinrester og personlige hygieneprodukter

Dette er produkter som omfatter vaskemidler/detergjenter, antimikrobielle stoffer, medisinrester og husholdningskjemikalier. Som forventet gitt de angitte bruksområdene finner man disse stoffene igjen i avløpsvannet, og omfanget øker. Man finner dem også i overflatevann og i grunnvann verden over. Som en følge av bedre analysemetoder har man nå relativt mye data om forekomsten i avløpsvann. Også i Norge er flere medisiner/virkestoffer påvist i overflatevann i resipienter for avløpsrensaneanlegg [32].

Siloksaner er en gruppe organiske forbindelser som brukes bl.a. i kosmetikk og som derfor kommer ut i vannforekomster bl.a. med avløpsvann. Enkelte siloksaner har vært vurdert som persistente og toksiske [33].

For drikkevann er datamaterialet begrenset. Det er likevel grunn til å forvente at medisinrester og personlige hygieneprodukter kan påvises i råvannet til Baterød, da Glomma også er resipient for avløpsrensaneanlegg.

3.4.7 Hormonforstyrrende stoffer

Hormonforstyrrende stoffer eller hormonhemmere er kjemiske forbindelser som har evnen til å påvirke hormonsystemet hos mennesker og dyr. Et bredt utvalg av stoffer er dokumentert eller mistenkt å kunne ha hormonforstyrrende effekter. Disse stoffene kan simulere og/eller blokkere funksjonen til flere viktige hormoner (østrogen, androgen, thyroïd, etc.) i dyr og mennesker, og de kan også påvirke reproduksjonsevnen. Hormonforstyrrende stoffer slippes ut fra industrien, og fra husholdninger. At stoffene lekker ut fra avfall, kan også være en viktig årsak til at de havner i naturen. Hormonforstyrrende stoffer kan finnes i en rekke forbrukerprodukter, blant annet i tekstiler, maling, rengjøringsmidler, leketøy, kosmetikk, rottegift, medisiner og plast.

Hvilken sammenheng det er hos mennesker mellom forstyrrelser i hormonsystemet og eksponering for kjemiske stoffer er ikke fullstendig klarlagt, men det forskes mye på hormonforstyrrende stoffer, og på testmetoder for å identifisere stoffer med hormonforstyrrende virkning.

Det er imidlertid mistanke om at enkelte effekter kan ha sammenheng med kjemiske stoffer – for eksempel redusert sædkvalitet, mer testikkelkreft og at kjønnsorganer utvikler seg annerledes, for eksempel at testikler ikke faller ned i pungen. Det er også mistanke om at mer allergi, for tidlig pubertet, fedme og diabetes 2. Endringer i stoffskiftet og utviklingen av nervesystemet, kan også skyldes forstyrrelser i hormonbalansen [34].

Norge har felles kjemikalierregelverk med EU, og deltar aktivt i arbeidet i EU og globalt med å regulere farlige stoffer. I 2017 vedtok EU kriterier for å kunne identifisere hormonforstyrrende stoffer. Kriteriene gjelder nå for biocidregelverket og plantevernmiddelregelverket (i Norge har Mattilsynet ansvar for plantevernmiddelregelverket). Alle biocider må vurderes med tanke på hormonforstyrrende effekter.

I tillegg jobbes det med kriterier for annet EU-regelverk som for eksempel kosmetikkregelverket og klassifisering og merking av kjemikalier (CLP). EU publiserte i 2018 en melding om hormonforstyrrende stoffer. Målet er å begrense menneskers og miljøets eksponering for disse stoffene, og framskaffe mer data om egenskapene til hormonforstyrrende stoffer. I EUs kjemikaliestrategi, som ble publisert i 2020, er det foreslått ytterligere tiltak og handlingspunkter for å styrke reguleringen av hormonforstyrrende stoffer [34].

Stoffgruppen hormonhermere omfatter så mange forskjellige stoff med så forskjellige egenskaper at man vanskelig kan snakke om vannbehandling rettet mot hormonhermere som sådan.

3.5 Annen kjemisk forurensning

3.5.1 Mikroplast

Mikroplast er en samlebetegnelse for små plastfragmenter som er mindre enn 5 millimeter. Mikroplast kan være produsert industrielt til bruk iblant annet kosmetikk, eller den kan dannes ved at større plastbiter fragmenteres til stadig mindre biter på grunn av slitasje, UV-stråler, vær og vind.

Mikroplast vil ha forskjellig størrelse, form og kjemisk sammensetning. Dette avhenger av hvilke plasttyper og produkter plasten stammer fra – og hvordan de brytes ned og fragmenteres. Totalt antar man at 19,000 tonn mikroplast slippes ut fra norske kilder hvert år [35].

Slitasje av bildekk antas å være den største kilden til mikroplast fra land. Utslipet er på ca. 8000 tonn mikroplast hvert år. Dekkslitasje regnes som mikroplast fordi dekk inneholder ca. 40–60 prosent

syntetisk materiale. Dekkslitasjepartikler ender opp sammen med veistøvet, som også består av asfaltslitasje og partikler fra veimarkeringer.

Elektriske kjøretøy er fra 11 til 25% tyngre enn bensin- og dieselmotorer i de samme klassene [36]. De har også en mer umiddelbar akselerasjon og kombinert vil dette sannsynligvis føre til økte utslipp av mikroplast til omgivelsene fra samferdsel i årene fremover.

Gummigranulat fra kunstgressbaner antas å være den nest største kilden til mikroplast. Kunstgressbaner består av syntetiske gressmatter som blir tilsatt små gummigranulater, som er laget av gjenvunnede bildekk. Gummigranulat kan derfor også inneholde miljøgifter, som PAH, ftalater, tungmetaller og fenoler.

Omtrent seks prosent av gummigranulatet havner utenfor banene hvert år. Det er anslått at gummigranulat, kunstgress og annet fallunderlag fører til et årlig utslipp av mikroplast på omtrent 6000 tonn. Gummigranulat fra kunstgressbaner er her det største bidraget.



Figur 35: Illustrasjonsfoto gummigranulat i brøytet kunstgressbane (Foto: M.H. Kleppen).

NIVA gjorde i 2018 på oppdrag fra Norsk Vann en undersøkelse av mikroplast i drikkevann fra 24 norske vannverk. Både Baterød og Isesjø deltok. Vannverkene var valgt ut fordi de ble antatt å ha de kildene som blir tilført mest mikroplast. Likevel var antallet partikler svært lavt, dvs. det lot seg ikke med sikkerhet si at det var forskjellig fra null. Det ble derfor konkludert med at forekomsten av mikroplast i norsk drikkevann er meget lavt. Disse resultatene er oppsummert i rapport fra Norsk Vann [37]. Rapporten konkluderer med at mikroplast i Norske vannkilder forekommer i så små mengder at det ikke utgjør noen helsemessig risiko. Mikroplast er partikler, og vil i stor grad bli fjernet i vanlig vannbehandling med koagulering og separasjon eller andre prosesser som fjerner partikler.

3.5.2 Samferdsel

Forurensing fra vegavrenning består i hovedsak av partikler, suspendert stoff, oljeforbindelser, organisk miljøgifter, PAH, metaller og vegsalt. Mengden av forurensninger fra veg til vann er avhengig av lengde på vegstrekning i nedbørsfeltet, trafikkmengde, type vegdekke, forbruket av salt

og nærhet til vannkilden. Mikroplast problematikken fra dekk- og veislitasje er nevnt i foregående kapittel. Veiene nærmest Baterød vannverk er Maugesteinveien med årsdøgntrafikk (ÅDT) på 750 i vestre nære nedbørsfelt, og Varteigveien med ÅDT 1900 i østre nære nedbørsfelt.

Fra Baterød og nordover er Vamma-bru den første til å krysse Glomma. Denne ligger ca. 30 km oppstrøms Baterød med ÅDT 4322. Den mest trafikkerte brua er Smålene-bru på E18 med ÅDT 13926. Dette er en fire-felts motorveibru mellom Spydeberg og Askim, lokalisert ca. 38 km oppstrøms Baterød. Videre nordover ligger Fossum-bru, jernbanebrua ved Langnes og Solbergfossveien som krysser over Solbergfoss kraftanlegg før man kommer til Øyeren. Utslipp av forurensninger som følge av trafikkulykker ved nevnte krysningspunkt over Glomma er vurdert å ha liten konsekvens for drikkevannskvaliteten ved Baterød. Avstand og fortykning i Glommas vannmasser er årsak til denne vurderingen. Ved ev. helt spesielle forhold har man mulighet (og tid) til å stenge produksjonen ved Baterød ut fra føre-var hensyn, og benytte seg av reservevannforsyning inntil risikoen har passert.

Tidligere i foreliggende rapport er det presentert data på konduktivitet. Det er målt konduktivitet i råvann fra 2017-2022, dataene varierte mellom 0,2 mS/m og 11 mS/m, med de fleste målinger rundt 4 - 5 mS/m. Grenseverdi i drikkevann er satt til 300 mS/m. Det er derfor ingenting i tilgjengelige data som tilsier at avrenning av vegsalt har negativ effekt på råvannskvaliteten ved Baterød.

3.5.3 Radioaktivt nedfall

Ved en ulykke ved et atomkraftverk eller sprengning av en atombombe vil radioaktive isotoper kunne bli spredd i atmosfæren over store avstander. Hoveddelen av nedfallet vil skje via nedbør. De radioaktive stoffene som er biotilgjengelige er i hovedsak de radioaktive isotopene av cesium, strontium og jod. Flere faktorer vil være avgjørende for hvor mye radioaktiv forurensning som når råvannskilden. Årstiden kan ha stor betydning. På vinteren kan råvannskilden være dekket av is slik at ikke vannkvaliteten påvirkes umiddelbart, men først når isen smelter. Snøsmelting vil også føre til en viss omfordeling av radioaktive stoffer i terrenget. Avrenning fra nedbørsfeltet vil i tillegg bidra til mengden radioaktive stoffer i vannkilden. Vegetasjonsdekket i nedbørsfeltet fungerer som et filter og bidrar til at ulik mengde fordeles i barskog, løvskog og på snaufjellet. Type radioaktivt stoff påvirker også avrenningen. Kjemiske og fysiske egenskaper har betydning for hvordan stoffene beveger seg i topografi, jordsmonn og mikroklima [38].

Grenseverdier for radioaktive stoffer i drikkevann er *ikke* gitt i drikkevannsforskriften, men i [forskrift om visse forurensende stoffer](#). Disse gjelder i en normalsituasjon, det vil si når det ikke pågår en atomhendelse.

Radioaktive stoffer blir fortynnet i overflatevann. Radioaktivt nedfall kan forventes å bære med radioaktivt cesium. Hvis et område blir utsatt for cesium-137 i en konsentrasjon tilsvarende den høyeste som ble målt i Norge etter Tsjernobyl-ulykken (100 000 Bq/m²), gir det følgende fortynning i råvannskilder med angitt dybde:

- 1 meter dyp: 100 000 Bq/m³ = 100 Bq/l
- 10 meter dyp: 10 000 Bq/m³ = 10 Bq/l
- 100 meter dyp: 1 000 Bq/m³ = 1 Bq/l

EU har satt grenseverdier for en rekke radioaktive stoffer i næringsmidler ved en atomhendelse. Grenseverdiene gjelder ikke i Norge, siden vi ikke er medlem av det europeiske atomenergifelleskapet Euratom. Grenseverdier for drikkevann kan likevel gi nyttig veiledende informasjon:

- For alfaemitterende isotoper av plutonium og trans-plutonium: 20 Bq/l
- For jodisotoper: 500 Bq/l
- For strontiumisotoper: 125 Bq/l
- For øvrige nuklider med halveringstid på mer enn 10 dager (inkludert cesium-137, men unntatt karbon-14, tritium og kalium-40): 1000 Bq/l

Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet har skrevet en rapport som beskriver [roller og ansvar i norsk atomberedskap](#). EURANOS har utviklet en [håndbok for drikkevann til bruk ved atomhendelser](#).

Institutt for energiteknikk stengte permanent Haldenreaktoren i 2018 (relativt nært Baterød, men ikke i nedbørsfeltet) og Jeep II reaktoren ved Kjeller (i nedbørsfeltet) i 2019. Det gjenstår mange år med opprydding på disse lokalitetene, men arbeidet er ikke vurdert som en risiko for drikkevannskvaliteten ved Baterød.

Atomhendelser har fått ny aktualitet og det anbefales at vannverkseier har et bevisst forhold til dette i sine beredskapsplaner. Se også: [Beredskapsplaner for drikkevann ved en atomhendelse | Norsk Vann](#)

3.5.4 Cyanobakterier – toksiner, lukt og smak

Cyanobakterier får sin energi gjennom fotosyntese. Avhengig av forholdet mellom de ulike pigmentene kan organismene være blågrønne, røde eller svarte. Ca. 150 slekter med over 1500 arter er beskrevet, og ca. 40 arter danner toksiner. I Norge er det påvist 12 toksinproduserende arter som til sammen er vist å produsere fem ulike grupper av toksiner. Cyanobakterier produserer også lukt- og smaksstoffer, mest kjent er kanskje stoffet Geosmin som får vann til å lukte våt jord [39].

Fire hovedgrupper av toksiner er beskrevet: Nevrotoksiner, hepatotoksiner, endotoksiner og dermatoksiner. Viktige toksiner er microcystiner som kan resultere i leverskader og anatoksiner og BMAA (beta-N-methylamino-L-alanine) som kan gi nerveskader. Cyanobakterier forekommer i brakkvann, saltvann og ferskvann, men resulterer i flest problemer i ferskvann. Massiv, konsentrert forekomst (vannblomst) og produksjon av toksiner kan medføre vannbårne forgiftninger hovedsakelig hos dyr, men også hos mennesker. Cyanobakterier kan finnes i nesten alle norske innsjøer [39].

Ved forurensning av vann med gjødselstoffer vil det utvikle seg gode vekstbetingelser for cyanobakterier. Oppblomstringen forekommer oftest på sensommeren og høsten. Særlig artene *Microcystis*, *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Nostoc* og *Planktothrix* forbundet med vannblomst og giftproduksjon i Norge. Mennesker blir eksponert for toksiner ved direkte inntak av toksin eller celler i vann gjennom bading, matlaging, drikkevann, aerosoler og ved hudkontakt gjennom alle former for vannsport. Eksponering for toksiner ved inntak av fisk eller skaldyr fra vann med toksinproduserende cyanobakterier er mulig, men det er usikkert om dette medfører en helsemessig risiko. Allergiske reaksjoner hos mennesker etter svømming, dusjing eller vannsport i vann med cyanobakterieoppblomstringer kan forekomme [39].

Det vil være de store oppstrøms innsjøene som er styrende for mengden cyanobakterier man finner i vannmassene som passerer Baterød. Spesielt er situasjonen i Mjøsa av interesse.

I juli 2021 var det en oppblomstring av cyanobakterien *Dolichospermum lemmermannii* langs land i store deler av Mjøsa. Dette var den samme arten som blomstret opp sommeren 2019. Arten ble også observert i prøver fra alle overvåkingsstasjonene i 2021 (i juli og/eller august), men kun i små mengder, noe som er vanlig på de faste stasjonene langt fra land. Ettersom *D. lemmermannii* kan produsere giftstoffer (cyanotoksiner) og kan være irriterende for huden, medførte oppblomstringen blant annet stengte badeplasser og fraråding av bading ved synlig grønt vann. En rekke vannprøver ble tatt (av lokalpersoner og kommuner) for analyser av algetoksiner ved NIVA, men ingen toksiner

ble påvist. Etter mange ti-år uten store oppblomstringer av cyanobakterier i Mjøsa er det nå andre gang på tre år at dette skjer. Også i andre store innsjøer har strandnære oppblomstringer av *D. lemmermannii* blitt mer vanlig de senere årene, f.eks. i Lake Superior i USA. Selv om cyanobakterier oftest assosieres med eutrofe innsjøer, så kan enkelte arter som bl.a. *D. lemmermannii* også være vanlige i næringsfattige (oligotrofe) innsjøer, men da som regel i små mengder. Slike strandnære oppblomstringer kan se ut til å ha blitt mer vanlige i næringsfattige innsjøer de senere årene bl.a. som følge av økende vanntemperatur. Episoder med styrtregn og medfølgende «støt» av fosfortilførsel til strandnære områder vil trolig også stimulere vekst av cyanobakterier, spesielt om dette etterfølges av perioder med varmt og stabilt vær. En del cyanobakterier har også evnen til å regulere sin egen oppdrift, som gjør at de kan hente næringsalter på dypere vann og deretter flyte opp til overflaten der lysforholdene er mer gunstige. Dette kan gi dem et konkurransemessig fortrinn i næringsfattige innsjøer med stabil temperatursjiktning. I Mjøsa har både vanntemperatur og graden av sjiktning økt signifikant som følge av klimaendringene [40].

En samlet vurdering av planteplankton, fosfor og siktedyp ved fire stasjoner i Mjøsa viser at hovedvannmassene var i god økologisk tilstand i 2021. Ved Skreia og i Furnesfjorden var det likevel noe mer alger enn miljømålet, med alge-biovolum i moderat tilstand. I juli var det en stor oppblomstring av den potensielt toksinproduserende cyanobakterien *Dolichospermum lemmermannii*, men ingen cyanotoksiner ble påvist. Middelkonsentrasjonene av total-fosfor på sen vinteren (<3,5 µg P/l) og gjennom vekstsesongen (4,5-5,5 µg P/l) tilfredsstilte det lokale miljømålet og var i god tilstand ved alle stasjoner. Generelt var konsentrasjonene av fosfor høyere i perioden 2009–2016, sammenliknet med periodene 2002–2008 og etter 2017. Dette skyldes i hovedsak store tilførsler av næringsalter med flommene i 2011, 2013 og 2014. Det var klart vann i Mjøsa i 2021, og gjennomsnittlig siktedyp var høyere enn det lokale miljømålet på 8 m ved Skreia og Kise (svært god tilstand) og 7,2 m (god tilstand) i Furnesfjorden. Høyt siktedyp og lave fosforkonsentrasjoner i 2021 skyldes trolig at det var et uvanlig tørt år med lite avrenning. Dette gjenspeiles også i samlet elvetilførsel av fosfor til Mjøsa, som ble estimert til 68 tonn og er blant de laveste transportene i tidsserien. Fosforkonsentrasjonen i tilløpselvene viste god/svært god tilstand, men nivåene av nitrogen og *E.coli* var høye, unntatt i Lågen. Biologiske undersøkelser viste moderat tilstand for begroing eller heterotrof begroing i Vikselva og nedre deler av Hunnselva og Svartelva, men god eller svært god tilstand ved de resterende stasjonene og i Lågen [40].

Resultatene vist i overvåkningsrapporter fra oppstrøms vannområder/vassdragsforbund viser at det er relativt god kontroll på næringstilførsler og mengden cyanobakterier i vannforekomstene. Problemer med cyanotoksiner, lukt og smak fra råvannet ved Baterød er ikke forventet selv om en mindre andel cyanobakterier kan forventes. Ev. oppblomstringer av cyanobakterier i Mjøsa vil fortynnes på sin veg til Baterød.

Det er analysert for microcystin ved råvannsinntaket til Baterød vannverk siden 2015. I disse analysene er det påvist microcystin et fåtall ganger og i lave konsentrasjoner.

Rensing av drikkevann med sandfiltrering, klorering eller koking er ikke tilstrekkelig til å fjerne ev. toksiner, men behandling med aktivt kull vil fjerne toksinene.

3.5.5 Kort vurdering av mulig batterifabrikk - Hasle

Energifordelende produksjon, som f.eks. batteriproduksjon, er svært energikrevende og forbundet med betydelig brann- og eksplosjonsfare [41]. En batterifabrikk benytter ulike metaller og stoffer for å produsere litiumionbatterier til bruk i kjøretøy, ferjer, husbatteri m.m. I arbeidet med å redusere bruken av energibærere som olje og gass har man valgt å intensivere uttak av naturressurser fra gruvedrift. I batteriproduksjonen inngår blanding og produksjon av cellemateriale, hovedsakelig metalloksider der kobolt, nikkel og mangan, samt litium inngår.

En slik virksomhet vil omfattes av storulykeforskriften på grunn av håndteringen av en mengde farlig stoffer. Da gjelder skjerpede krav til vurdering og dokumentasjon. Storulykeforskriften gjennomfører bestemmelsene i EUs Seveso III-direktiv, som Norge gjennom EØS-avtalen er forpliktet til å følge opp. Seveso III-direktivets formål er å forebygge storulykker der farlige kjemikalier inngår, samt å begrense de konsekvenser storulykker kan få for mennesker, miljø og materielle verdier, og gjennom dette sikre høy grad av beskyttelse på en enhetlig og effektiv måte [42].

Det vil også være behov for å hente inn samtykke for utbygging og idriftsettelse fra Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB). I DSB sin veiledning om sikkerheten rundt storulykevirksomhet [43] er ikke drikkevannsproduksjon spesielt hensyntatt, dette må vurderes spesielt i egne ROS-analyser og konsekvensutredninger. I tilknytning til batterifabrikker vil man også få en økning i transport av farlig gods i nedbørsfeltet som må inkluderes i ROS-analyser og konsekvensvurderinger.

Det er trolig at en potensiell batterifabrikk ved Hasle i Sarpsborg vil håndtere samme type stoffer som svenske Northvolt sitt anlegg i Skellefteå, men at det eventuelt vil være forskjeller i mengder. I Tabell 9 er ulike stoff og deres fareklasse etter Seveso klassifisering gitt.

Tabell 9: Farlige stoffer som håndteres i Northvolts batterifabrikk i Skellefteå. Hentet fra Norvolts Preliminær utredning om omgivningskonsekvenser Skellefteå, publisert 30.07.2018 [41].

Stoff	Fysisk form	Fareklasse [Seveso]
Nikkelsulfat	Krystaller	Aquatic Acute 1 H400 (Meget giftig for vannlevende organismer)
	Løsning	Aquatic Chronic 1 H410 (Meget giftig for vannlevende organismer og med langtidseffekter)
Kobaltsulfat	Krystaller	Aquatic Acute 1 H400 (Meget giftig for vannlevende organismer)
	Løsning	Aquatic Chronic 1 H410 (Meget giftig for vannlevende organismer og med langtidseffekter)
Mangansulfat	Krystaller, løsning	Aquatic Chronic 2 H411 (Giftig for vannlevende organismer med langtidseffekter)
Etylenmetylkarbonat (EMC)	Væske	Flam. Liq. 3 H226 (Brannfarlig væske og gass)
Dimetylkarbonat (DMC)	Væske	Flam. Liq. 2 H225 (Meget brannfarlig væske og gass)
Vinylkarbonat	Væske	Aquatic Chronic 2 H411 (Giftig for vannlevende organismer med langtidseffekter)
Oksyngengass	Gass/kondensert væske	H270 Ox. gas 1 (Kan forårsake eller intensifisere brann. Oksiderende)

Anleggsdelene der virksomhetens primære risiko har blitt identifisert er;

- Kjemikalielager, inn- og utlasting; Risiko for utslipp av miljøfarlige stoffer/etsende stoffer/ oksygen/transportulykker
- Generelle prosesslokaler med tilhørende utstyr: Risiko for utslipp av miljøfarlige stoffer og etsende stoffer
- Elektrolyttlager; risiko for brann, spredning av helseskadelige branngasser, forurenset slukke vann
- Ladingssteg; risiko for brann, spredning av helseskadelige branngasser, forurenset slukke vann
- Batterilager; risiko for brann, spredning av helseskadelige branngasser, forurenset slukke vann

Sarpsborg kommune har åpnet for regulering av batterifabrikk på Hasle. Det blir oppgitt at nærhet til Glomma og Hasle trafo gjør området spesielt egnet for etablering av datasenter/batterifabrikk. I høringsnotatet fra 2021 [44] er konsekvens for drikkevann satt i grønn, altså liten/ingen negativ påvirkning. I forklarende tekst står det at *området ikke ligger innenfor hensynssone nedslagsfelt til drikkevannskilde. Inntak til Baterød ligger ikke veldig langt fra området. Ved evt. utslipp av kjølingsvann fra batterifabrikk til Glomma må det sikres at vannet ikke forurenses. Det må innhentes nødvendige tillatelser.*

Siste møte mellom forslagsstiller og Sarpsborg kommune var 29.08.22 [45]. Forslagsstiller skulle da forberede saken til ny varsling, hvilket betyr at planene står ved lag i skrivende stund, - februar 2023.

Ut fra drikkevannshensyn gjør nærheten til Glomma, oppstrøms råvannsinntaket til Baterød, området uegnet for etablering av batterifabrikk.

En storulykkehendelse med brann/eksplosjon vil kunne føre til avrenning av store mengder giftige stoff til Glomma. At området avsatt til batterifabrikk i skrivende stund ikke ligger innenfor hensynssone nedslagsfelt til drikkevannskilde betyr *ikke* at det er fritt fram for etablering av potensielt svært forurensende industri (ved storulykke) når denne kommer i konflikt med drikkevannsinteressene:

- Jf. drikkevannsforskriftens § 26, skal kommunen i samsvar med folkehelseloven kapittel 2 ta drikkevannshensyn når den utarbeider arealdelen av kommuneplanen og reguleringsplaner, samt når den gir tillatelser etter relevant regelverk. Kommunen skal i samsvar med sivilbeskyttelsesloven kapittel 5 og hensynet til samfunnssikkerhet gitt i plan- og bygningsloven påse at forsyningen av drikkevann vurderes og følges opp.
- Fylkeskommunen er også pliktet til å ta drikkevannshensyn jf. drikkevannsforskriften § 27. Fylkeskommunen skal i samsvar med folkehelseloven kapittel 4 ta drikkevannshensyn når den utarbeider regionale planer. Fylkeskommunen skal som vannregionmyndighet (etter EU's vanndirektiv) sikre at drikkevannshensynet ivaretas i de regionale vannforvaltningsplanene etter vannforskriften.

Se også [Temaveileder: Drikkevannshensyn i kommunalt regionalt og statlig planarbeid \(mattilsynet.no\)](https://mattilsynet.no)

De allestedsnærværende mikroforurensningene beskrevet tidligere i kapittel 4.4. kan man ha relativt god kontroll over via prøvetaking (stoffene er som regel under deteksjonsgrense) og tidligvarsling av ulykkeshendelser. Videre så vil vannbehandlingen fjerne en del av stoffene ved ordinær drift. Et hovedproblem for vannverket i tilknytting til storulykke fra et kjemisk prosessanlegg, batterifabrikk i dette tilfellet, er en potensielt stor puls av ulike giftstoff i vannmassene som når råvannsinntaket så raskt at man ikke rekker å stenge råvannsinntaket og koble om til reservevannforsyning. Gjennomføring av selve nedstengning/omkobling prosedyren ved Baterød vannverk går relativt raskt. Når man stopper vannbehandlingsprosessen stopper også råvannspumpene automatisk, man har da en rentvannreserve på ca. 12,000 m³ i høydebasseng i tillegg til forsyning fra Isesjø. Reservevannforsyning igangsettes etter kontakt med driftssentral hos MOVAR. For at dette skal fungere forutsetter det at man så tidlig som mulig får varsling om en ev. ulykkeshendelse.

3.6 Naturlige årsaker til forverret råvannskvalitet i Glomma

Det er flere naturlige årsaker til forverret råvannskvalitet i Glomma. Noen går på mer langsiktige endringer i middelveidier, andre gir raske endringer og ekstremverdier. Klimaet antas å endres i retning et varmere og våtere vær. Det vil det ha innvirkning på både middelveidier og ekstremverdier.

3.6.1 Klimaendringer – fargetall og organisk karbon

Økningen i fargetall og TOC-konsentrasjon er et regionalt fenomen, som er godt dokumentert i Nord-Europa og i nordøstre deler av USA. De samme trendene gjør seg gjeldende også i Glomma. Hovedårsaken antas å være nedgangen i sur nedbør, kombinert med mer stående biomasse i nedbørsfeltene. I årene framover forventes kun mindre reduksjoner i sulfat, mens situasjonen for nitrat er mer usikker. Effekten av disse endringene på surheten og ionestyrken i jordvannet vil trolig være minimale, men forsuring vil fortsatt kunne være en driver for utviklingen i TOC og fargetall, men i langt mindre grad enn tidligere. Ytterligere temperaturøkning og eventuelt økt nedbør som del av klimaendringene kan spille en forholdsvis større rolle i framtida. Effektene av dette er uklare, også fordi de hittil kan ha vært maskert av den klare reduksjonen i sur nedbør og den påvirkningen dette har hatt.

Norges klimapolitikk bygger på FNs klimapanel (IPCC) sine modellprognoser. Norsk klimaservicesenter (NKSS) er et samarbeid mellom Meteorologisk institutt, Norges vassdrags- og energidirektorat og Uni Research. Senterets hovedformål er å gi beslutningsgrunnlag for klimatilpasning i Norge. I sammendraget fra deres rapport Klima i Norge 2100 [46] står bl.a. følgende:

- Årstemperatur: Økning på ca. 4,5 °C (spenn: 3,3 til 6,4 °C)
- Årsnedbør: Økning på ca. 18 % (spenn: 7 til 23 %)
- Styreregneepisodene blir kraftigere og vil forekomme hyppigere
- Regnflommene blir større og kommer oftere
- Snøsmelteflommene blir færre og mindre
- I lavtliggende områder vil snøen bli nesten borte i mange år, mens det i høyfjellet kan bli større snømengder i enkelte områder

Disse kulepunktene er drivere for økt fargetall i vannforekomster, både som økende trend over mange år (middelverdier) og som raskere endringer innen et kortere tidsrom (ekstremverdier).

Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning [47] § 4.3 Krav til planprosess og beslutningsgrunnlag, beskriver i andre ledd at høye alternativer fra nasjonale klimafremskrivninger skal legges til grunn.

Vi har levd med konsekvensene av sur nedbør så lenge at ingen som lever i dag i praksis har noen forestilling om hvordan vannet så ut før effektene av sur nedbør gjorde seg gjeldene. Spørsmålet blir da hvor langt opp fargetallet skal før man når en ny og upåvirket naturtilstand.

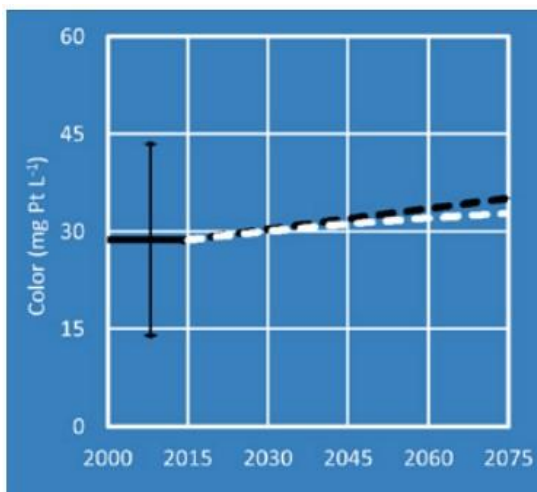
Man kan ikke få varig økt avrenning av humus fra et nedbørfelt over tid, uten at man også har økt produksjon av humus i feltet, ellers vil det etter hvert renne tomt for humus. Økt temperatur og økt nedbør vil bidra til økt plantevekst i nedbørfeltet. Dette gir økt dannelse og lagring av organisk materiale. Dessuten vil økt temperatur og økt nedbør bidra til økt mineralisering og avrenning fra eksisterende humusdekke. Det motsatte vil skje ved lavere temperaturer og mindre nedbør, men lave temperaturer og høy nedbør med sannsynlig høy utvasking av humus er også en mulighet. Effektene av sur nedbør har avtatt og den raske økningen i fargetall grunnet denne effekten vil med tiden avta. Nasjonal innsjøundersøkelse 2019 [48] beskriver dette i rapporten fra den siste undersøkelsen i 2019. TOC og fargetall kan likevel øke grunnet andre klimatiske effekter (høyere temperatur/økt nedbør) og antropogene effekter av f.eks. nedgang i utmarksbeite og/eller økning i intensivt skogbruk.

En økning i atmosfærisk CO₂ har gitt en grønnere planet over de siste ti-årene, i Norge har volumet i norske skoger blitt tredoblet siden andre verdenskrig. Dels pga. intensiv planting spesielt i 60-årene, og bedre vekstvilkår. På Landsskogstakseringens hjemmeside kan man lese at frem til 1950-tallet

hogget man volum tilvarende tilvekst eller muligens litt mer, i nyere tid hogger man ca. halvparten av tilveksten.

Et stort samarbeidsprosjekt kulminerte i 2018 med Norsk Vann rapporten NOMiNOR – Natural Organic Matter in drinking waters within the Nordic Region [17]. Et vannverk med råvannsinntak i Glomma, Nedre Romerike Vannverk (NRV) deltok. Fra figur 36 ser man mulig fargetallsutvikling i Glomma ved NRV sitt råvannsinntak basert på to ulike antakelser om fremtidig klima (RPC = Representative Concentration Pathways). Gjennomsnittsverdien for fargetall ved Baterød fra 2014 til 2022 er 32 mg Pt/l. Dette er betydelig lavere enn Isesjø som ligger nå ligger mellom 60 – 80 mg Pt/l. På den annen side så er variasjonene store i Glomma, fra 2 til 88 mg Pt/l.

Gjennomsnittsverdien ser også ut til å korrelere godt med gjennomsnitt verdi oppgitt i figur 32 for NRV, noe som tilsier at det ikke blir tilført store mengder naturlig organisk materiale (NOM) som medfører spesiell økning i fargetall på strekningen fra Mørkfoss til Baterød.



Figur 36: NOM framskrivninger for Glomma ved NRV sitt råvannsinntak. Hvit stiplet linje er etter klimascenario RCP4.5. (reduksjon av menneskeskapt klimagassutslipp mot 2100), svart stiplet linje er klimascenario RPC8.5. («business as usual» ingen reduksjon i utslipp mot 2100). NOMiNOR s.45 [17].

En fortsatt økning i globale CO₂ utslipp må forventes. Videre utslippsreduksjoner i Norge og resten av Europa vil ha en begrenset effekt globalt. Utslipp fra Kina er dominerende og kommer til å være det i lang tid fremover, utslipp fra India er raskt økende og utslipp i forbindelse med videre industrialisering av mange fremvoksende økonomier i ulike verdensdeler vil også bidra til økte utslipp inn i fremtiden.

Det er forventet en viss økning i utvasking av NOM og fargetall i Glomma, dette må tas høyde for i vannbehandlingen, da tiltak i nedbørsfeltet vil være utilstrekkelig.

3.6.2 Naturfare - flom, skred, tørke og skogbrann

3.6.2.1 Flom

Midlere vannføring ved utløpet av Glomma i Fredrikstad er 720 kubikkmeter i sekundet (m^3/s), mens det ved utløpet av Øyeren er 705 m^3/s . Dette viser at det er relativt lite vann som tilføres Glomma fra omkringliggende areal fra det ca. 50 km lange strekket fra utløpet av Øyeren til der Glomma drenerer ut i Oslofjorden. Glomma har ofte hatt flommer som har gjort stor skade. Ved Norsk Skogbruksmuseum i Elverum står en merkestein/bauta som viser flomhøyder i Glomma tilbake til 1675. Størst var flommen i 1789, kjent som Storofsen. Vannføringen var da 4700 m^3/s ved Øyerens utløp. Senere har det vært storflom blant annet i 1860, 1967, 1995 og 2014. Flommen på forsommeren 1995 var den største i øvre del av Glomma (Glåma) siden Storofsen og fikk tilnavnet «Vesleofsen». Kombinasjonen av smeltevann og regn gav da vannføringer på over 3000 m^3/s ved Elverum, og ca. 4000 m^3/s nedenfor samløpet av Glomma og Vorma.

I forbindelse med flomhendelser benyttes ofte begrepene 100-årsflom, 200-års flom og 1000-års flom. Det er da snakk om et beregnet gjentakintervall. En flomstørrelse med gjentakintervall på 200-år har en sannsynlighet på $1/200 = 0,5\%$ for å overskrides hvert år. Selv om 200-årsflommer overskrides i snitt hvert to hundrede år, opptrer den ikke med jevne 200 år imellom. 100-års flom er det 1 % sannsynlig at man får hvert år, 1000-års flom er det en promilles sannsynlighet for at gjentas hvert år. Viktig infrastruktur skal tåle flom med gjentakintervall på 200-år, mens demninger skal tåle flommer større enn 1000-års flom, hvis konsekvensen av dambrudd er stor [49].

Under og etter flommen i juni 1995 organiserte NVE registrering av maksimale flomvannstander i Glomma med utgangspunkt i Sarpefossen. Baterød vannverk ligger ca. 3,5 km oppstrøms demningen i Sarpefossen og maksverdien her ble beregnet til kote 29,40. Undersøkelsene viste at vannet stiger med 1,5 m på 3,5 km oppover i vassdraget. Målingene innenfor dette området viste imidlertid at det ikke er en lineær stigning. Vannet stuves opp i yttersvinger og oppstrøms utstikkende nes. I slike situasjoner kan det tenkes at en del vann fra elveløpet ved Baterød presses tilbake og gir økt vannføring mot Minge vannet. Maksimal vannføring under flommen i 1995 ble beregnet til 3300 m^3/s ved Sarpefossen og 400 m^3/s ved Sølvstufoss som til dels drenerer Vestvannet [50].

Dette indikerer at denne prosessen er begrenset, og at en betydelig større vannmengde renner forbi Baterød enn inn i Minge vannet/Vestvannet systemet.

Flomrisiko er hovedårsaken til at det nå planlegges en ny behandlingslinje på plataet ovenfor eksisterende vannverk som ligger på kote 32, ca. 40 m fra Glomma. Ny vannbehandlingslinje er foreslått etablert på ca. kote 41 i trygg avstand fra Glomma selv ved en 1000-års flom.

Flom fører til økt turbiditet/mer partikler i råvannet, det betyr også mer av andre element som ofte finnes bundet til slike partikler som f.eks. fosfor og kvikksølv. Rentvannskvaliteten etter vannbehandling ved Baterød har ikke overskredet grenseverdier selv i flomperioder.

Oppstrøms dambrudd med påfølgende flodbølge er av vannverkseier ansett som liten sannsynlighet, men katastrofal konsekvens. Kommunen har en egen handlingsplan for et slikt scenario. Damsikkerhetsforskriften forvaltes slik at krav til sikkerhet har tilbakevirkende kraft. Eldre dammer skal dermed i prinsippet tilfredsstillende samme krav som nye dammer som skal bygges.

3.6.2.2 Skred

Ekstrem nedbør og flom kan føre til løsmasseskred, med tilhørende økt, men forbigående, turbiditet som resultat for råvannskvaliteten. En historisk hendelse, «Jordfallet» fra Sarpetangen vest for dagens damanlegg i Sarpefossen, forteller om kreftene i slike ras. Høsten 1701 hadde vært regnfull og vinteren hadde vært mild, uten frost og tele i bakken. Saltpartiklene som binder leira sammen, ble etter hvert vasket ut. Natt til 15. februar 1702 gikk raset, det var 380 m langt og 340 m bredt. Ca. 1,2 millioner m³ masse gled ut i Glomma, sammen med deler av middelalderbyen og hele herregården Borregaard. Ca. 15 personer og 200 husdyr omkom i skredet [51]. I Baterød sitt nære nedbørsfelt er det i Norges Geologiske Undersøkelser (NGU) sitt datasett «Mulighet for marin leire» er mye areal klassifisert med svært stor mulighet for å finne marin leire. I slike løsmasser kan kvikkleireskred oppstå. Datasettet er basert på løsmassekart og datasett for marin grense, og viser hvor det potensielt kan finnes marin leire - enten oppe i dagen eller under andre løsmassetyper. Utover dette er det i elveløpet fra Baterød nord til Glommasjøen kartlagt svært få rasutsatte områder, og de som er kartlagt er over små areal. Nærmeste lokalitet ligger 7,7 km oppstrøms Baterød: kvikkleiresone 292 Ødegården, som Norges Geotekniske Institutt (NGI) har gitt fareklassegrad middels [52]. Lenger nord er det betydelige områder med kvikkleire i f.eks. Skiptvedt, Askim, Spydeberg og Trøgstad. Pga. avstand og fortykning er det lite sannsynlig at større skred i dette området vil føre til problemer for drikkevannsproduksjonen ved Baterød.

3.6.2.3 Tørke

Stor kapasitet er en av fordelene ved å bruke Glomma som råvannskilde, og det er lite sannsynlig at tørke vil kunne skape problemer for drikkevannsproduksjonen ved Baterød med mindre vannstanden blir lavere enn inntakspunktet. Dette har ikke vært et problem siden oppstart av vannverket, som i et av sine første driftsår fikk tørkesommer i 1965. Midt på 70-tallet var det tørkesommer i 1974, 1975 og 1976, og i senere år var det uvanlig tørt f.eks. utover i 2018. Vannverket måtte da utstede vanningsforbud som et føre-var tiltak, men kapasiteten i Glomma økte igjen og tørken skapte ikke reelle problemer for vannforsyningen.

I konsesjonene til Sarp kraftverk (vestsiden av Glomma ved Sarpefossen, satt i drift 1978) og Hafslund kraftverk (østsiden av Glomma ved Sarpefossen, satt i drift i 1899) er det gitt bestemmelser om minstevannføring som sikrer et tilfredsstillende vannivå ved Baterød. Sarpsborg kommune har denne avtalen med Hafslund Eco, mens det er Glommens og Laagens Brukseierforening (GLB) som har ansvar for drift og vedlikehold av reguleringsmagasinene og overføringene i Glommavassdraget, samt meteorologiske og hydrologiske målestasjoner for til enhver tid å kunne ha oversikt over nedbør, snø, vannstand og vannføring. Normal vannstand i Glomma ved Baterød er kote 24.50, mens pumpestopp for råvannsinntak skjer ved kote 23.35 (FC-608 Svikt i vannforsyningen - Prosedyrer for handlinger ved beredskapshendelser, Sarpsborg kommune, 2021).

3.6.2.4 Skogbrann

Som nevnt i tidligere kapittel om skogbruk er ca. 50 % av Glomma sitt totale nedbørsfelt dekt av skog. Registreringer av antall skogbranntilløp i perioden 1913 – 2000 for hele Norge viser et gjennomsnitt på 1100 branner pr. år, med en topp i perioden 1973 – 1982. Over 80% hadde en størrelse på under 5 da, mens bare 2% var over 100 da. Tar man med alt utmarksareal som brenner blir summen betydelig større enn kun det brente skogarealet [53]. I juni 2008 blusset den største skogbrannen i nyere tid opp i Froland i Agder fylke. I løpet av ei uke ble 26,000 da rammet av brannen, derav 19,000 da produktiv skog. Dette var den største brannen i Norge på 100 år.

Lynnedslag, jernbane eller gnistrer fra kjetting på skogsmaskiner m.m. kan forårsake skogbrann, men det er i hovedsak menneskers uforsiktede omgang med ild (bålbrenning, engangsgriller, røyking etc.) som antenner flest skogbranner. Områder med typisk innlandsklima – varme, tørre somrer – er langt mer utsatt enn fuktigere områder med kystklima. Risikoen for utbredelse av branner er stor om våren før den grønne undervegetasjonen vokser opp.

Skogbranner av «normal» størrelse 5 -100 da vil ha liten til ingen konsekvens for vannforsyningen fra Baterød (noe avhengig av avstand til tilførselsbekker og råvannsinntak). En katastrofal skogbrann av Froland størrelse langs elvestrengen sør for Mørkfoss vil i verste fall kunne gjøre Glomma uegnet som råvannskilde i noen dager. Avrenning av kjemisk forurenset vann fra brannflater, samt økning av turbiditet i Glomma vil skje over tid. Endringer i råvannskvalitet vil være enkle å følge med på og det vil også være god tid til å iverksette reservevannforsyning ved behov. Skogbrann er ikke vurdert som en betydelig risiko for drikkevannssikkerheten i ved Baterød vannverk. For Isesjø er situasjonen en annen og det henvises til rapport om farekartlegging og farehåndtering ved Isesjø [54] for mer detaljer om mulige konsekvenser for vannforsyning ifm. skogbrann.

4 Tiltak – farehåndtering

I det foregående er det gitt et kunnskapsgrunnlag i form av en farekartlegging av mulig forurensende aktiviteter i nedbørsfeltet til Glomma, spesielt de nære delfelt på hver side av Glomma ved Baterød. Farekartleggingen leder frem til hva som bør gjøres for å håndtere farene for forurensning, dvs. tiltakene som inngår i farehåndteringen.

Det meste av påvirkningene på råvannskvaliteten i Glomma kommer fra aktiviteter og naturlige forhold i oppstrøms areal, som i all hovedsak ligger utenfor Sarpsborg kommune sine grenser. «Klassiske» tiltak i nedbørsfeltet, som man kjenner fra tiltaksplaner for innsjøer brukt som drikkevannskilder (f.eks. Isesjø), er derfor mindre relevante. På grunn av Glommas størrelse og det store påvirkningsområdet i oppstrøms nedbørsfelt vil det ikke bli anbefalt spesielle bestemmelser eller restriksjoner knyttet til allmenhetens bruk av Glomma i det nære nedbørsfeltet til Baterød, herunder motorisert ferdsel. Ev. forurensninger som følge av ulike ordinære rekreasjonsaktiviteter (fishing, bading, tur, båtliv) vurderes å ha liten effekt på råvannskvaliteten, og ubetydelig effekt på drikkevannskvaliteten.

Glomma er kontinuerlig hygienisk forurenset, og det eksisterer ikke sprangsjikt, noe som gir en viss barriereeffekt i innsjøer. Glomma må allikevel regnes som en god råvannskilde til drikkevannsproduksjon pga. sin kapasitet, og evne til å transportere vekk pulser av forurensning som måtte komme f.eks. i forbindelse med ulykker eller naturfarehendelser.

Dette medfører et ganske annerledes sett av tiltak i forhold til innsjøtiltak, med større fokus på vannverksdrift og et noe mindre strengt regime i råvannskilde og nedbørsfeltet. Bruken av råvann fra Glomma til drikkevannsproduksjon forutsetter en robust vannbehandling, og en driftsorganisasjon med kompetanse til å håndtere brå endringer i råvannskvalitet.

4.1 Tiltak tidligvarsling

En utfordring med å benytte elv som drikkevannskilde er raske endringer i råvannskvalitet. Det er også en utfordring å få informasjon om hendelser oppstrøms så raskt som mulig. Ved Baterød vannverk er det erfarent driftspersonell som er godt drillet i å justere renseprosessen etter varierende råvannskvalitet. I tillegg kan man få en del relevant informasjon gjennom værmelding og generell overvåkenhet.

Med bakgrunn i at Baterød er hovedvannverket til Sarpsborg kommune, som også spiller en viktig rolle i reservevannsamarbeidet med MOVAR og Fredrikstad, bør det etableres et mer systematisert

opplegg for tidligvarsling av brå endringer i råvannskvalitet. Nedre Romerike vannverk (NRV) har gjort tilsvarende for sitt inntak i Glomma, og Sarpsborg kommune vil kunne dra nytte av deres erfaringer.

Får å bedre kunne håndtere akutte hendelser fikk NRV ekstern bistand til å lage en 1D hydraulisk modell. Informasjon fra farekartlegging ble lagt inn i modellen. Normalvannføring samt tilsvarende 5 og 95 persentiler ble beregnet i modellen. For hver av vannføringene ble transporten av en tenkt forurensning modellert. Dette gir mulighet til å beregne transporttider for tenkte forurensninger langs modellområdet. For Sarpsborg sin del burde et tilsvarende modellområde strekke seg fra Baterød oppstrøms til Mørkfoss for å dekke alle kommunale avløpsrenseanlegg og vegkryssinger over Glomma som eksisterer innen dette arealet.

Ut fra en slik type modell kan man lage kart med tilrenningstider i nedbørsfeltet opp mot vannføring. Dette er i sin tur nyttig i beredskapsplaner da det gir kunnskap om tid før nødvendige tiltak må iverksettes, og det gir et grunnlag for vurdering av konsekvens av hendelser. Ifølge leverandøren kan man modellere de aller fleste problemstillinger knyttet til vannkvalitet i et slikt dataverktøy.

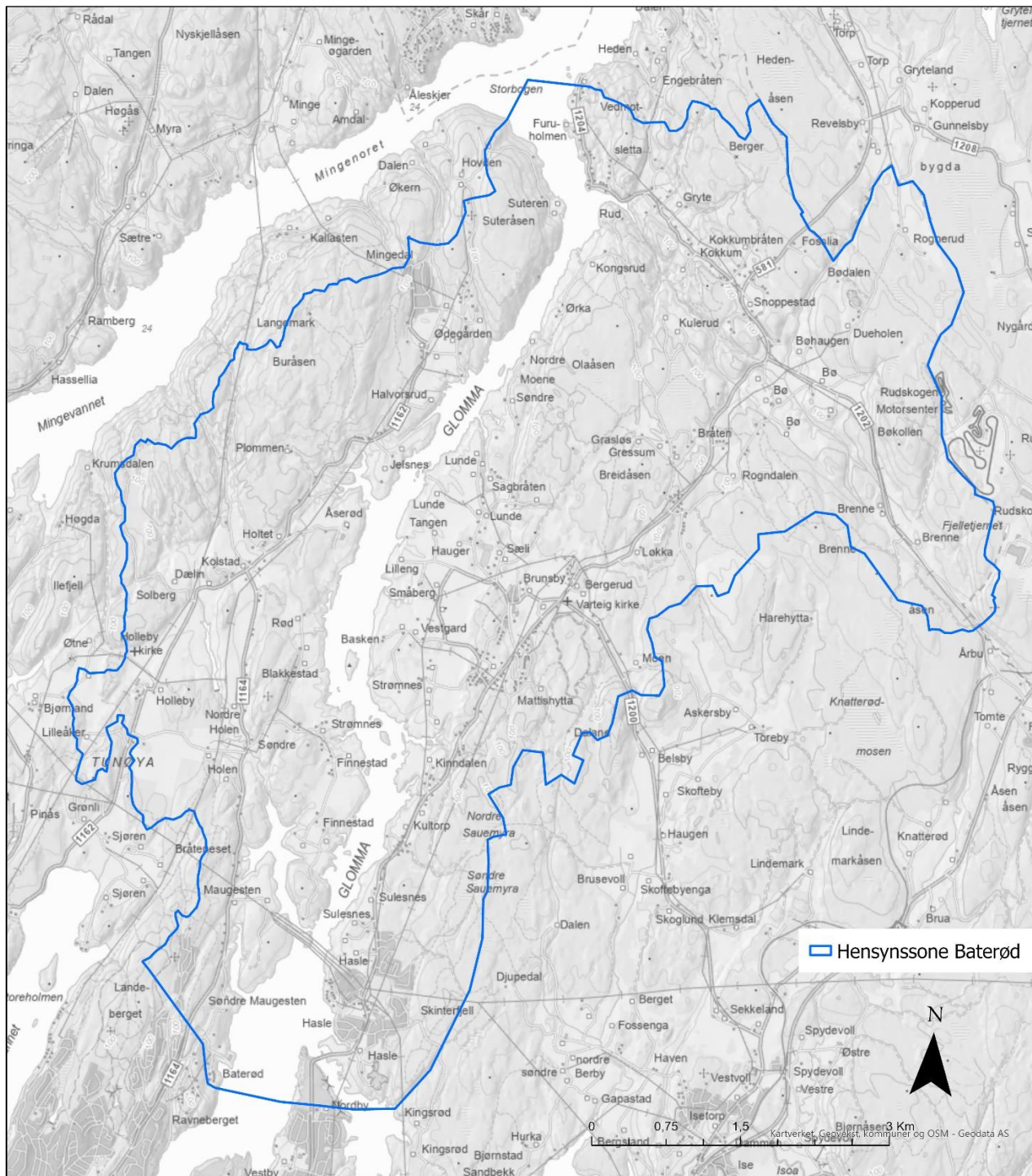
On-line målinger av vannkvalitetsparametere i selve elvestrengen ved hjelp av loggere/sensorer er også en mulighet. Det er ikke gått i dybden på hvilken teknologi som er tilgjengelig i dette prosjektet, men det finnes sensorpakker for å detektere en hel rekke ulike vannkvalitetsparametere.

4.2 Tiltak etablere hensynssone etter nedbørsfeltgrenser

Når man har Glomma som råvannskilde kan det virke lite hensiktsmessig å bruke ressurser på å etablere en hensynssone i de nære delfeltene, når nedbørsfeltet totalt sett er så stort. Sarpsborg kommune har liten påvirkningskraft på de aktiviteter og naturforhold man finner utenfor kommunegrensene, og råvannskvaliteten ved Baterød blir i hovedsak definert ut fra oppstrøms forhold.

Sarpsborg kommune er vannverkseier, men kommunen har også mange andre roller. I arbeidet med å dekke ulike behov fra forskjellige sektorer kan interessekonflikter oppstå. Gitt at Sarpsborg kommune har ønske om å etablere potensielt svært forurensende industri (ved storulykke) på Hasle, som ligger 2 km oppstrøms råvannsinntaket til kommunens egen vannforsyning ved Baterød, så anbefales det å etablere hensynssone som dekker oppstrøms areal innen delfelt 002.A60 (figur 2) og 002.A52 (figur 3). Hensynssonen er justert slik at areal nedstrøms Baterød og areal innenfor

Rakkestad kommunegrense i nord er unntatt. Funksjonen til denne hensynssonen vil primært være å synliggjøre vannverksinteressene for de andre kommunale sektorene.



Figur 37: Foreslått avgrensning av hensynssone oppstrøms Båtefjord vannverk innenfor kommunegrensen.

Dette er også i tråd med føringer fra myndighetene: Alle overflate- og grunnvannsforekomster som benyttes til uttak av drikkevann for flere enn 500 fastboende, bør ha fått avsatt hensynssoner med tilhørende planbestemmelser etter §§ 11-7 og 11-8 i plan og bygningsloven, jf. drikkevannsforskriften § 26. 4. Ny aktivitet eller nye inngrep i en vannforekomst som medfører at miljømålene i §§ 4 – 6 ikke nås eller at tilstanden forringes, skal ikke tillates når vannforekomsten benyttes til uttak av drikkevann dersom dette kan medføre økt behov for rensing av drikkevannet, jf. §§ 12 og 13 i vannforskriften og § 4 i drikkevannsforskriften [55].

I kommuneplanens arealdel Sarpsborg 2021 – 2033, bestemmelser. Høringsutkast – til politisk behandling – formannskapet 27.08.2020 og bystyret 10.09.2020 står det følgende om hensynssoner for drikkevannskilder: § 3.1 Sikringssone nedslagsfelt drikkevann H110 (jf. pbl § 11-8 a). *Innenfor hensynssonen for drikkevannskilden Isesjø, Vestvannet/Isnesfjorden og reservevannkilden Tvetervannet, skal drikkevannsinteressen være overordnet alle andre interesser ved utøvelse av kommunal myndighet og eierskap. Tiltak som kan forringe drikkevannkvaliteten tillates ikke. Det anbefales at Baterød legges til denne bestemmelsen.*

Restriksjonene som følger en ny hensynssone for Baterød kan i utgangspunktet være likelydende det som er foreslått i kommuneplanens arealdel § 3.1 som nevnt over. Rammebetingelsene som en vannverkseier har i ryggen, da spesielt innen plan- og bygningsloven, drikkevannsforskriften, vannforskriften, skoglova og forurensningsloven er sterke om man vil bruke de fullt ut, og de ligger til grunn i teksten til § 3.1 (tiltak som kan forringe drikkevannskvaliteten tillates ikke).

Arealplan-teksten snakker om å forringe drikkevannskvaliteten (altså kvaliteten på vannet etter vannbehandling), det anbefales at ordlyden byttes til å beskrive fare for forurensning av drikkevannskilden (råvannet). Det er også viktig i et slikt planarbeid at man sikrer seg muligheten til å kreve konsekvensutredning av tiltakshavere, samt sikre at vannverkseier får mulighet til å uttale seg i tillegg til Mattilsynet. Tiltak som kan forringe råvannskvaliteten må ikke tillates. Kommunen bør i planbestemmelsene sette krav til tiltakshavere om å dekke kostnader knyttet til avbøtende tiltak.

Avhengig av fremtidig råvannsutvikling vil man ved behov kunne etablere mer differensierte planbestemmelser.

4.3 Tiltak landbruk – jordbruk, husdyrbruk og skogbruk

På grunn av Glommas størrelse og det store påvirkningsområdet i hele nedslagsfeltet lenger opp vil jordbrukstiltak i det nære nedbørsfeltet til Baterød ha nær ubetydelig effekt på råvannskvaliteten.

Det foreslås derfor ikke spesielle jordbrukstiltak med tanke på råvannskvalitet i det nære nedbørsfeltet. Det vurderes at de generelle og spesielle jordbrukstiltakene innenfor ordinære tilskuddsordninger, og krav og føringer i lover og forskrifter, er tilstrekkelig med hensyn til råvannskvaliteten. Her pekes det også spesielt på den nye forskriften om regionale miljøkrav i jordbruket i Oslo og Viken som trådte i kraft 1. januar 2023 [56]. I denne forskriften ligger det inne innskjerpelse og krav til miljøtiltak i jordbruket som tidligere i større grad har vært frivillig. Kommunen fører årlig tilsyn med at forskriften blir fulgt ved å gjennomføre årlig kontroll på minimum 5 % av foretakene. Utvalget av foretak baseres på en risikovurdering.

Det vises også til foreslåtte jordbrukstiltak i Regional vannforvaltningsplan. Tiltakene er listet opp i Vann-nett. Sidebekkene til Glomma oppstrøms Baterød ligger inn under vannforekomst 002-3327-R Sidebekker til Glommas østre løp i Sarpsborg [57]. I tiltakslisten for vannforekomsten ligger det svært mange landbrukstiltak. Flere av disse blir allerede dekket gjennom forskrift om regionale miljøkrav som nevnt over. Andre tiltak er knyttet til hydrotekniske tiltak, reduksjon av P-AL-tall der dette er over 7, miljøavtaler med bønder, forbedret spredemetodikk for husdyrgjødsel og etablering av fangdammer [58]. Opplistingen er ikke uttømmende.

For husdyr og husdyrpåvirkning gjelder de samme vurderingene. Miljøkrav til husdyrhold og håndtering av husdyrgjødsel vurderes som tilstrekkelig for å holde mulig påvirkning fra husdyrhold på et akseptabelt nivå for råvannskvaliteten til drikkevannproduksjon ved Baterød vannverk.

For skogbruket i det nære nedbørsfeltet til Baterød vil miljøkrav som følger av PEFC skogstandard i Forskrift om bærekraftig skogbruk være tilstrekkelig. Skogbrann er en naturfare som er mer grundig beskrevet i farekartleggingsrapporten for Isesjø. Konsekvensene av en skogbrann i det nære nedbørsfeltet til Baterød er langt lavere enn Isesjø fordi Glomma er en elv og forurensninger fra en skogbrann vil ha relativt kort oppholdstid i området rundt råvannsinntaket. Om kommunen velger å fastsette lokal forskrift om bruk av ild som anbefalt i rapporten om farekartlegging for Isesjø, bør denne også omfatte hensynssonen rundt Baterød.

4.4 Tiltak kommunalt- og spredt avløp

De kommunale renseanleggene som ligger oppstrøms Baterød vannverk ligger ikke i Sarpsborg kommune, men det må forventes at disse drives i henhold til lover og forskrifter og gjeldende utslippstillatelser. Vannkvalitetsdata viser at råvannet er tilnærmet kontinuerlig fekal forurenset. Dette betyr at det er forurensningskilder oppstrøms som påvirker råvannet. Dette kan bl.a. være

overløp og lekkasjer fra pumpestasjoner og avløpsledninger. Det må tas en gjennomgang av disse for å avdekke om disse er en forurensningskilde i det nære nedbørsfeltet. Avløpsledningen som går i djupålen i Glomma med nær beliggenhet til råvannsinntaket, bør risikovurderes.

Glomma er påvirket av mange kilder oppstrøms vannverket, og vannverket ved Baterød må dermed være rustet til å håndtere brå endringer og høye konsentrasjoner av fekal forurensing.

Det ligger en del spredte avløpsreanseanlegg oppstrøms vannverket, hovedsakelig på vestsiden av Glomma. En gjennomgang viser at dette primært er slamavskillere og noen minireanseanlegg. Sarpsborg kommune fører jevnlig tilsyn med spredt avløp i kommunen. For de anlegg som ikke tilfredsstillere renskravene er dårlig drift og manglende vedlikehold som regel hovedårsak til avvik. Sarpsborg kommune må videreføre arbeidet de gjør på oppfølging og opprydding i spredt avløp. Som en del av dette er trykkavløp nylig etablert i områder oppstrøms vannverket.

4.5 Tiltak prøvetaking

Prøvetaking av råvann må fortsette og den må være i tråd med krav i Drikkevannsforskriften. Forskriften er nå under endring (antatt ikrafttredelse i løpet av 2023) og det forventes at nye parametere tas inn, både på råvann og rentvann.

Gjennomgang av vannkvalitetsdata viser at råvannet er tilnærmet kontinuerlig forurenset av fekale bakterier. Sarpsborg kommune har et godt prøvetakingsprogram for disse parameterne, og dette må fortsette i det videre.

Det er viktig å måle hyppig på råvannet, da vannkvaliteten i Glomma svinger ofte og mye. Vannbehandlingen må håndtere dette, og dimensjoneres for de høye toppene.

I råvannet til Baterød foreligger det lite data på andre vannkvalitetsparametere, eksempelvis ulike organiske miljøgifter. Med tanke på Glommas størrelse og den store påvirkningen det er i nedbørsfeltet, vil det være nyttig å etablere et kunnskapsgrunnlag om hva som finnes av denne type forurensinger i råvannet. Ikke minst er dette nyttig mhp at vannbehandlingsanlegget nå skal oppgraderes. Da kan det være behov for prosesstrinn som også håndterer denne type forurensninger.

5 Referanser

- [1] Vanndirektivet, «EUs rammedirektiv for vann,» [Internett]. Available: <https://www.europalov.no/rettsakt/vanndirektivet-eus-rammedirektiv-for-vann/id-1>. [Funnet 24 Januar 2023].
- [2] Miljødirektoratet, «EU-direktiv om avløp revideres,» [Internett]. Available: <https://www.miljodirektoratet.no/aktuelt/fagmeldinger/2022/desember-2022/eu-direktiv-om-avlop-revideres/>. [Funnet 24 Januar 2023].
- [3] Store norske leksikon, «<https://snl.no>,» [Internett]. Available: <https://snl.no/Glomma>.
- [4] NVE - Norges vassdrags- og energidirektorat, «www.nve.no,» [Internett]. Available: <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>. [Funnet 2023].
- [5] Vann-Nett, «VannNett-Portal,» NVE - Miljødirektoratet, [Internett]. Available: www.vann-nett.no. [Funnet 2023].
- [6] Vannmiljø, «Vannmiljø,» Miljødirektoratet, [Internett]. Available: www.vannmiljo.miljodirektoratet.no. [Funnet 2023].
- [7] Mattilsynet, «Vurdering av råvannskvalitet i overfalte- og grunnvannskilder,» Mattilsynet, 2022.
- [8] DSB - Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, «Samfunnets kritiske funksjoner,» Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB), 2016.
- [9] Sarpsborg kommune, «Planbeskrivelse til detaljreguleringsplan for Utvidelse av Baterød vannverk,» Sarpsborg kommune, 2019.
- [10] COWI, «Økning av drikkevannproduksjon i Sarpsborg - Alternativer og anbefalinger,» 2016.
- [11] S. C. Thorbjørnsen, «Mikrobiell barriereanalyse for Baterød- og Isesjø vannverk,» Norges miljø- og biovitenskapelige universitet - NMBU, 2022.
- [12] Norsk Vann, «Veiledning i mikrobiell barriere analyse (MBA),» Norsk vann, 2014.
- [13] VISK, Handbok. Hur man arbetar för att minska samhällets sårbarhet för vattenburen virusmitta trots förändrat klima, VISK. Virus i Vatten - skandinavisk kunnskapsban, 2013.
- [14] NIBIO, «Kilden,» NIBIO, 01 10 2022. [Internett]. Available: <http://kilden.nibio.no>.
- [15] Jordforsk, «Naturgrunnlag og arealbruk i Glommas nedbørsfelt,» HYDRA-rapport nr. 103, 1999.
- [16] NIBIO, [Internett]. [Funnet 14 Januar 2023].
- [17] Norsk Vann, «NoMiNOR - Naturlig Organisk Materiale i Nordiske drikkevann,» Norsk Vann, 2018.
- [18] Miljødirektoratet, «Vern eller bruk av skog som klimatiltak,» Miljødirektoratet, 2016.

- [19] NIVA, «The potential effects on water quality of intensified forest management for climate mitigation in Norway,» 2019.
- [20] BIOWATER, «Integrating land and water management for a sustainable Nordic bioeconomy,» [Internett]. Available: <https://biowater.info/reports/>.
- [21] Landbruksdirektoratet, «Vurdering av tilskuddsordninger for gjødsling av skog,» 2021.
- [22] d. W. e. al, «BIOWATER policy brief No. 1 2022,» 2020.
- [23] PEFC, [Internett]. Available: <https://pefc.no/revisjon-av-det-norske-pefc-systemet-2020-2022>.
- [24] I. Middtun, «Patogener i kommunal avløpsvann,» Det Norske Veritas Industri Norge AS. SFT-rapport nr. 93:25, 1993.
- [25] NIBIO, «Beskrivelse av ulike renseløsninger,» [Internett]. Available: <https://www.nibio.no/tema/miljo/mindre-avlop/rense-losninger>. [Funnet 24 Januar 2023].
- [26] Folkehelseinstituttet, «Vannforsyning og helse,» FHI, 2016.
- [27] Mattilsynet, Mattilsynet, 20 Januar 2013. [Internett]. Available: https://www.mattilsynet.no/mat_og_vann/uonskede_stofferimaten/miljogifter/organiske_miljogifter.6001. [Funnet 14 Januar 2023].
- [28] Miljødirektoratet, «Miljøstatus,» Miljødirektoratet, [Internett]. Available: <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/PAH>. [Funnet 14 Januar 2023].
- [29] R. Hetland, G. Brunborg, H. Dirven, N. Gjørme, C. Instanes og B. Lindeman, «Inntak av plantevernmidler gjennom drikkevann vurdert i forhold til vedtatte grenseverdier,» Folkehelseinstituttet, 2014.
- [30] S. Boitsov, J. Klungsøyr og G. Nesje, «Undersøkelser av hydrokarboner og organiske miljøgifter i sedimenter fra MAREANO-området i 2018,» Havforskningsinstituttet, 2019.
- [31] Miljødirektoratet, «Miljøstatus - Bromerte flammehemmere,» [Internett]. Available: <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/bromerte-flammehemmere>. [Funnet Januar 2023].
- [32] Statlig program for forurensingsovervåking, «Kartlegging av utvalgte forbindelser i legemidler og kosmetikk,» SFT - 949/2006, 2006.
- [33] C. Rücker og K. Kümmerer, «Environmental chemistry of organosiloxanes,» Chemical Reviews 115(1), 466-524, 2015.
- [34] Miljødirektoratet, «Miljøstatus - Om hormonforstyrrende stoffer,» [Internett]. Available: <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/miljogifter/prioriterte-miljogifter/hormonforstyrrende-stoffer/>. [Funnet Januar 2013].
- [35] Miljødirektoratet, «Miljøstatus - Mikroplast,» [Internett]. Available: <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/mikroplast>. [Funnet Januar 2023].

- [36] Trafikksikkerhetshåndboken, «Trafikksikkerhetshåndboken - 4.35 Elbiler,» [Internett]. Available: <https://www.tshandbok.no/del-2/4-kjoeretoeyteknikk-og-personlig-verneutstyr/4-35-elbiler/>. [Funnet Januar 2023].
- [37] Norsk Vann, «Mapping microplastic in Norwegian drinking water,» Norsk Vann - 241/2018, 2018.
- [38] Mattilsynet, «Mattilsynet - Beredskap og tilsyn med radioaktivitet i drikkevann,» 13 oktober 2019. [Internett]. Available: https://www.mattilsynet.no/mat_og_vann/drikkevann/tilsyn_med_drikkevann/beredskap_og_tilsyn_med_radioaktivitet_i_drikkevann.36197. [Funnet Januar 2023].
- [39] FHI, «Cyanobakterier (blågrønnalger), forgiftning - veileder for helsepersonell,» 03 mars 2010. [Internett]. Available: <https://www.fhi.no/nettpub/smittevernveilederen/sykdommer-a-a/cyanobakterier-blagronnalger-forgif/>. [Funnet januar 2023].
- [40] Norsk institutt for vannforskning, «Tiltaksorientert overvåkning i vannområde Mjøsa. Hovedrapport for 2021,» NIVA, 2022.
- [41] WSP, «Risiko- og sårbarhetsanalyse - Områderegulering Støleheia sør - Høringsutkast Kristiansand kommune,» 2021.
- [42] DSB, «Viktig informasjon om storulykkeforskriften,» Forebygging og sikkerhet, mai 2017. [Internett]. Available: <https://www.dsb.no/lover/farlige-stoffer/andre-publikasjoner/viktig-informasjon-om-storulykkeforskriften/#introduksjon>. [Funnet januar 2023].
- [43] DSB, «Veileder om sikkerheten rundt storulykkevirksomhet,» 2016. [Internett]. Available: https://www.dsb.no/globalassets/dokumenter/veiledere-handboker-og-informasjonsmaterieill/veiledere/veileder_om_sikkerheten_rundt_storulykkevirksomheter.pdf. [Funnet januar 2023].
- [44] Sarpsborg kommune, «Høringsnotat - Oversikt over endringer til utkast til kommuneplanens arealdel 2021-2033 som legges ut til offentlig ettersyn, med konsekvensutredninger og ROS-analyser,» 2021. [Internett]. Available: https://www.sarpsborg.com/globalassets/dokumenter/politikk-og-planer/kunngjoringer/2021.09.01.---endringer-arealplan-2021-2033---off-ettersyn/horingsnotat-endringer-med-ku-og-ros_endringer-arealplan_off-ettersyn.pdf. [Funnet januar 2023].
- [45] *Møtereferat i mail fra Katarzyna Mitwicka, 06.01.2023.*
- [46] Norsk klimaservicesenter, «Klima i Norge 2100,» [Internett]. Available: <https://klimaservicesenter.no/kss/rapporter/kin2100>. [Funnet januar 2023].
- [47] Lovdata, «Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning,» 2018. [Internett]. Available: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2018-09-28-1469?q=statlige%20planretningslinjer%20klima>.
- [48] NIVA, «Nasjonal innsjøundersøkelse 2019,» NIVA - Rapport L.NR. 7530-2020, 2020.
- [49] EnergiNorge, «Nytt rammeverk for flomestimering i Norge - Sluttrapport fra forskningsprosjektet FlomQ,» EnergiNorge, 2018.

- [50] NVE - Norges vassdrags- og eneriverk, «Flomtiltaksutvalget, delrapport 2 - Andre tunneller i Glomma og Lågen,» NVE, 1996.
- [51] T. Klemsdal, «Borregaardsrasen, natten mellom den 14. og 15. februar 1702,» Universitetet i Oslo, Institutt for Geofag, 2003.
- [52] NVE, «NVE Atlas - kvikkleire database,» [Internett]. [Funnet Januar 2023].
- [53] Skogbrukets kursinstitutt, «Dette skjer ikke hos oss... - om skogbrann og skogbrannvern,» 2009.
- [54] Norconsult, «Sarpsborg kommune - Isesjø med nedbørsfelt - Farekartlegging og farehåndtering,» 2022.
- [55] Klima- og miljødepartementet, «Nasjonale føringer for arbeidet med oppdatering av de regionale vannforvaltningsplanene,» 19 mars 2019. [Internett]. Available: <https://www.regjeringen.no/contentassets/8295acf187ab41d7b9a4acd901886926/nasjonale-foringer-for-arbeidet-med-oppdatering-av-de-regionale-vannforvaltningsplanene.pdf>. [Funnet januar 2023].
- [56] Lovdata, «Forskrift om regionale miljøkrav i jordbruket, Oslo og Viken,» [Internett]. Available: <https://lovdata.no/dokument/LTI/forskrift/2022-12-06-2182>. [Funnet Januar 2023].
- [57] Vann-nett, [Internett]. Available: <https://vann-nett.no/portal/#/waterbody/002-3327-R>. [Funnet Januar 2023].
- [58] NVE, «Vann-nett,» 2023. [Internett]. Available: <https://vann-nett.no/portal/>. [Funnet 11 01 2023].
- [59] H. Ødegaard, Vann- og avløpsteknikk, Norsk Vann, 2014.
- [60] NIBIO, [Internett]. Available: https://kilden.nibio.no/?topic=arealinformasjon&lang=nb&X=7195706.12&Y=284337.75&zoom=0.43839403988631903&bgLayer=graatone_cache. [Funnet 2022].
- [61] Norconsult, «Isesjø. Tilførsel og avlastningsbehov, økologisk og kjemisk tilstand, Biomanipulasjon,» Norconsult rapport 52204016-2, 2022.