



O-95006

Undersøkelser av
avrenning fra
sulfidholdige bergarter
rundt Travparken/
Sørlandshallen i
Kristiansand kommune

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.:	Undernr.:
O-95006	
Løpenr.:	Begr. distrib.:
3314	

Hovedkontor	Sørlandsavdelingen	Østlandsavdelingen	Vestlandsavdelingen	Akvaplan-NIVA A/S
Postboks 173, Kjelsås	Televeien 1	Rute 866	Thormøhlensgt 55	Søndre Tollbugate 3
0411 Oslo	4890 Grimstad	2312 Ottestad	5008 Bergen	9000 Tromsø
Telefon (47) 22 18 51 00	Telefon (47) 37 04 30 33	Telefon (47) 62 57 64 00	Telefon (47) 55 32 56 40	Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 22 18 52 00	Telefax (47) 37 04 45 13	Telefax (47) 62 57 66 53	Telefax (47) 55 32 88 33	Telefax (47) 77 68 05 09

Rapportens tittel: Undersøkelser av avrenning fra sulfidholdige bergarter rundt Travparken / Sørlandshallen i Kristiansand kommune.	Dato:	Trykket:
	Sept-95	NIVA 1995
Forfatter(e): Øyvind Kaste, Ole Fridtjof Frigstad ¹ og Atle Hindar. ¹ Agder Naturmuseum	Faggruppe:	
	Sur nedbør	
	Geografisk område:	
	Agder	
	Antall sider:	Opplag:
	33	50

Oppdragsgiver: Kristiansand kommune, Travparken tomteselskap A/S, Kristiansand næringspark A/S og Sørlandets Travpark A/S.	Oppdragsg. ref.:
---	------------------

Ekstrakt:

I avrenningsvann fra områdene rundt Travparken og Sørlandshallen i Kristiansand er det funnet pH-verdier ned mot 3,4, sulfatkonsentrasjoner opp mot 1100 mg/l og konsentrasjoner av totalt aluminium på hele 70 mg/l. Forholdene kan tilbakeføres til utsprenging og oksidasjon av sulfidholdig berggrunn i området. Det er påviselig svovelkis tilstede i flere tynne lag innenfor en ca. 75 m bred sone, som strekker seg langs utbyggingsområdet. Grastjern, som ligger like nordøst for Travparken, er tydelig påvirket av utbyggingsområdet, med lav pH og høy aluminiumskonsentrasjon. I sjøarebekken Åna, som ligger sør for området, ble det funnet pH-verdier på mellom 4,6 og 6,8 (5,5 i middel) og konsentrasjoner av reaktivt aluminium på mellom 0,14 og 0,29 mg/l i samme periode. Vannkvaliteten i Åna skilte seg med dette ikke vesentlig fra andre forsurede småvassdrag langs kysten av Sørlandet. Det er foreslått forurensningsbegrensende tiltak for igangsatt virksomhet i området og forebyggende tiltak knyttet til evt. nye utbyggingsprosjekter.

4 emneord, norske

1. Mineraloverflater
2. Sulfidokidasjon
3. Vannkjemi
4. Aluminium

4 emneord, engelske

1. Mineral-surfaces
2. Sulphide-oxidation
3. Water chemistry
4. Aluminium

Prosjektleder



Øyvind Kaste

For administrasjonen



Bjørn Olav Rosseland

ISBN 82-577-2843-8

Norsk institutt for vannforskning
Sørlandsavdelingen

O-95006

**Undersøkelser av avrenning fra sulfidholdige bergarter rundt
Travparken/Sørlandshallen i Kristiansand kommune.**

Grimstad / Kristiansand, september 1995

Saksbehandler: Øyvind Kaste
Medarbeidere: Ole Fridtjof Frigstad, Agder Naturmuseum
Atle Hindar

Forord

Analysen av avrenningsvann fra Travparken/Sørlandshallen i Kristiansand kommune har vist ekstremt surt vann og høye aluminiumskonsentrasjoner nær byggeområdene. Vannkvalitetsforholdene ble drøftet i møte hos Fylkesmannen i Vest-Agder i januar 1994, og NIVA ble i denne anledning bedt om å utarbeide et prosjektforslag for en dokumentasjon og vurdering av forholdene. Prosjektforslag fra NIVA ble i mars-94 behandlet i møte mellom Fylkesmannens miljøvernavdeling og utbyggerne, og det ble vedtatt å be NIVA utarbeide et justert prosjektforslag. Dette ble senere godkjent, og prosjektet startet formelt i desember 1994. NIVAs kontaktperson hos Fylkesmannens miljøvernavdeling har vært seksjonsleder Jon Egil Vinje.

Prosjektet er basert på data som er samlet i perioden 1988-1994 av Fylkesmannens miljøvernavdeling, NIVA og studenter ved Høgskolen i Agder. Prøvene er analysert ved Høgskolen i Agder og ved Agderforskning i Grimstad.

Geolog Ole Fridtjof Frigstad ved Agder Naturmuseum i Kristiansand har foretatt geologiske undersøkelser i området rundt Travparken og Sørlandshallen. Disse registreringene er rapportert i et eget kapittel.

Prosjektet er finansiert av Kristiansand kommune, Travparken tomteselskap A/S, Kristiansand næringspark A/S og Sørlandets Travpark A/S.

Grimstad, september 1995

Øyvind Kaste

Innhold

1. SAMMENDRAG.....	5
2. INNLEDNING.....	7
2.1. Bakgrunn og formål.....	7
2.2. Områdebeskrivelse.....	7
2.3. Prøveinnsamling og analyser.....	8
3. RESULTATER OG DISKUSJON	10
3.1. Geologiske forhold	10
3.2. Vannkvalitet.....	15
3.2.1. Eksisterende data	15
3.2.2. Vurdering av de vannkjemiske resultatene.....	18
3.3. Forslag til tiltak.....	19
3.3.1. Reparerende tiltak.....	19
3.3.2. Forebyggende tiltak	23
REFERANSER	24
VEDLEGG	
Error! Bookmark not defined.	

1. SAMMENDRAG

Høsten 1993 ble det oppdaget unormalt sur avrenning fra området ved Travparken og Sørlandshallen på grensen mellom Aust- og Vest-Agder. Forholdene kan tilbakeføres til utsprenninger av sulfidholdige bergarter i området. På bakgrunn av ovenstående er det tatt initiativ til et prosjekt med vekt på følgende elementer:

- Geologisk vurdering av området.
- Vurdering av vannkvalitet og effekter på nedenforliggende vassdrag
- Forslag til forurensningsbegrensende tiltak

Geologi

Det er påviselig svovelkis tilstede i flere tynne lag innenfor en ca. 75 m bred sone, som strekker seg langs det undersøkte feltet ved Travparken og Sørlandshallen. Ikke ubetydelige deler av denne er sprengt ut og fordelt i området som fyllmasse. Kislagene forvitrer og danner rust og sulfatmineraler, som igjen er en forurensningskilde. Antakelig drenerer størsteparten av de rustne bergmassene mot Grastjønn / Grasvannet og Topdalselva. Sannsynligvis fortsetter rustsonen mange kilometer nord og syd for det kartlagte området.

Vannkvalitet

I 18 vannprøver fra området rundt Travparken i tidsrommet 1988-1993 ble det funnet en middel-pH på 3,8 og en midlere sulfat- og total aluminiumskonsentrasjon på hhv. 84 og 21 mg/l. Den laveste registrerte pH var 3,4, noe som tilsvarer 40 ganger høyere syrekonsentrasjon enn i vann med pH 5,0. Konsentrasjonen av sulfat og total aluminium varierte begge med en faktor på omlag 40 i de analyserte prøvene. De vannkjemiske resultatene viser at Grastjern er tydelig påvirket av utbyggingsområdet ved Travparken, med lav pH og høy aluminiumskonsentrasjon. For å redusere forsureningsulempene i denne innsjøen og på vassdraget forøvrig, foreslås Grastjern kalket.

I området ved Sørlandshallen ble det i samme periode samlet inn 29 vannprøver, og disse hadde en middel-pH på 4,3. Midlere sulfat- og total aluminiumskonsentrasjon var hhv. 270 mg/l og 40 mg/l. De sureste tilsigene fra Sørlandshall-området hadde like lav pH (3,4) som målingene ved Travparken. Det ble målt maksimumskonsentrasjoner av sulfat og aluminium på hhv. 1100 og 70 mg/l i tilsig fra Sørlandshallen, noe som var vesentlig over nivået i innhentede prøver fra Travparken. I Ånavassdraget kunne det registreres enn viss påvirkning fra anleggsområdene ved Sørlandshallen og Travparken i form av redusert pH og forhøyede sulfat- og aluminiumkonsentrasjoner. Påvirkningen var imidlertid ikke så stor at vassdraget skiller seg vesentlig ut fra andre forsuredde kystnære småvassdrag på Sørlandet, hvor aluminiumskonsentrasjonen ofte overstiger nivåer som kan sies å være akseptable for fisk.

Travparkens arealer utgjør nær 10 % av nedbørfeltet til Grastjønn og sammen med Sørlandshallen omlag 5% av nedbørfeltet til Igetjønn i Ånavassdraget. I og med at det utbygde området utgjør en forholdsvis liten del av Ånavassdraget, vil fortykning og selvrensing være medvirkende til at vannkvaliteten i selve Åna synes å være mindre påvirket enn Grastjønn. Målinger av stofftransport fra det utbygde området vil ikke kunne foretas, så lenge det ikke foreligger representative vannprøver med tilhørende

avrenningstall for området. Det er derfor vanskelig å anslå hvor stor belastning hhv. Travparken og Sørlandshallen bidrar med til hvert av vassdragene.

Ansvar mht. gjennomføring av tiltak foreslås fordelt mellom utbyggerne basert på størrelsen av utbygd areal innefor de ulike vassdragene. I og med at langtransportert forurenset luft og nedbør også er medvirkende til forureningen av vassdragene, er det også naturlig at statlige myndigheter bidrar til gjennomføringen av tiltakene. Utbyggerne bør ha relativt sett større ansvar for gjennomføring av tiltak i Grastjønn sammenlignet med Ånavassdraget, basert på de vannkjemiske resultatene og andelen utbygd areal i de to vassdragsområdene.

Tiltak

For i størst mulig grad å hindre avrenning av surt/aluminiumsholdig vann til vassdragene i tiden framover vil det være nødvendig med reparerende tiltak i forhold til allerede igangsatt virksomhet og forebyggende tiltak knyttet til evt. nye utbyggingsprosjekter i området. Tiltakene bør i første rekke rettes mot å:

- Begrense vannmengdene som kan komme i kontakt med sprengstein
- Tildekke steinfillinger for å hindre kontakt med vann
- Kalke surt / aluminiumsrikt vann som har vært i kontakt med sprengstein

Det er foreslått kalking av Grastjønn og Ånavassdraget. Grastjern foreslås kalket med 15 tonn kalksteinsmjøl det første året og årlige doser på 14 tonn siden. Utgifter til kalking det første året er anslått til kr. 12.000,-. I Ånavassdraget foreslås Rossevatn kalket dersom innsjøen har et middeldyp på over 5 meter. Det er anslått et kalkbehov på omlag 15 tonn årlig (ca. kr. 12.000,-) for å avsyre Ånavassdraget nedenfor Barselvatn. Kalkdosen bør deles på 2 årlige kalkinger, én tidlig på våren og én seint om høsten. For å øke nytteverdien av tiltaket foreslås en del av kalken spredt i øvre Grundebutjønn som ligger noe høyere i vassdraget.

Ved en eventuell videre utbygging i området er det svært viktig at en vurderer forurensningsfaren på forhånd og tar de nødvendige forholdsregler før anleggsarbeidene igangsettes. Ved å sette inn forurensningsforebyggende tiltak på et tidlig tidspunkt, kan en helt eller delvis unngå skadelige effekter på vassdragene, samtidig som gjennomføringen av tiltakene kan bli enklere, billigere og mer effektive enn om de blir igangsatt i etterkant.

2. INNLEDNING

2.1. Bakgrunn og formål

Høsten 1993 ble det oppdaget unormalt sur avrenning fra området ved Travparken og Sørlandshallen på grensen mellom Aust- og Vest-Agder. Nedbørfeltene har avrenning til Grastjern, som renner inn i Topdalselva, og Ånavassdraget, som renner ned i Kvåsefjorden. Svært surt vann (pH 4.1-4.2) ble også påvist i Grastjern i perioden juli 1988 - april 1989 (Hindar 1990). De målte pH-verdiene er langt lavere enn det som er typiske verdier for innsjøer langs kysten av Aust-Agder (Hindar og Kleiven 1990).

Tilsvarende vannkvaliteter er tidligere påvist i Svåbekkområdet ved Lillesand, hvor ekstremt sur og aluminiumsholdig avrenning førte til fiskedød i Langedalstjønnen (Hindar m.fl. 1992). Forholdene i Langedalstjønnen skyldtes at sulfidholdig berggrunn ble sprengt ut og deretter kom i kontakt med luft og vann. Sulfidene ble oksidert til sulfat, og det ble dannet jarositt. Når nedbøren kommer i kontakt med dette mineralet blir det dannet svovelsyre, som påvirker avrenningsvannet. Syren løser ut forskjellige stoffer fra jordsmonn og løsmasser, bl.a. aluminium. Avrenningen ble derfor sterkt sur og aluminiumsrik, slik at vannet ble giftig for fisk og trolig også for de fleste andre vannlevende organismer.

På bakgrunn av de vannkjemiske målingene rundt Travparken/Sørlandshallen og erfaringene fra Langedalstjønnen i Lillesand ble det i 1994 tatt initiativ til et prosjekt med vekt på følgende elementer:

- Geologisk vurdering av området
- Vurdering av vannkvalitet og effekter på nedenforliggende vassdrag
- Forslag til forurensningsbegrensende tiltak

2.2. Områdebeskrivelse

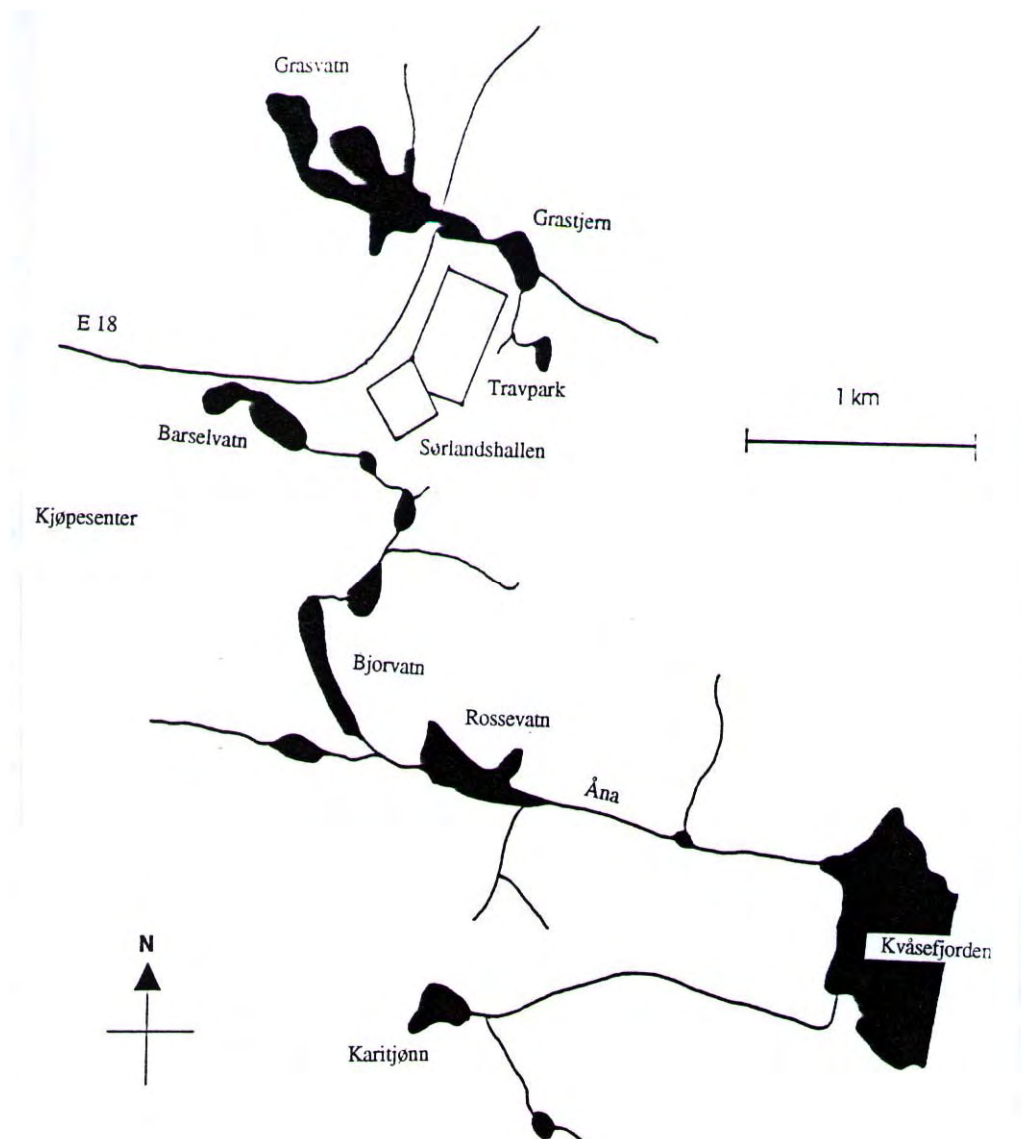
Utbyggingsområdet ved Kristiansand Travpark og Sørlandshallen (figur 1) har avrenning til to vassdrag; Ånavassdraget som renner østover mot Kvåsefjorden i Lillesand og Grastjernvassdraget som renner nordvestover mot Topdalselva. Ånavassdraget dekker et areal på 5,25 km² og har en middelvannføring på 135 l/s. Normalt årsavløp i området er 26 l/s/km² (Valland 1988). Det finnes noe gårdsdrift langs vassdraget, men virksomheten knyttet til anleggene omkring E18 er dominerende som kilde til eventuell forurensning (Hindar 1990).

Sørlandets Travpark kom i drift i 1989, mens Sørlandshallen ble bygd i 1993/94. Travparken dekker tilsammen et areal på 17 ha, hvorav selve travbanen utgjør 8,4 ha, stallområdet 3,9 og parkeringsplass/tribune 5 ha. Det er antatt at 3,9 ha fra parkeringsplassen / tribuneområdet drenerer via steingrøft langs E18 til Grasvatn. Stallområdet, samt 5,5 ha av selve travbanen antas å drenere til Grastjønn. De øvrige 1,1 ha fra parkeringsplassen / tribuneområdet og 2,9 ha av selve travbanen antas å drenere til Åna-vassdraget. Det er antatt at all avrenning fra området ved Sørlandshallen (2,5 ha) drenerer til Åna-vassdraget, hovedsakelig gjennom Igletjønn. Størstedelen av området

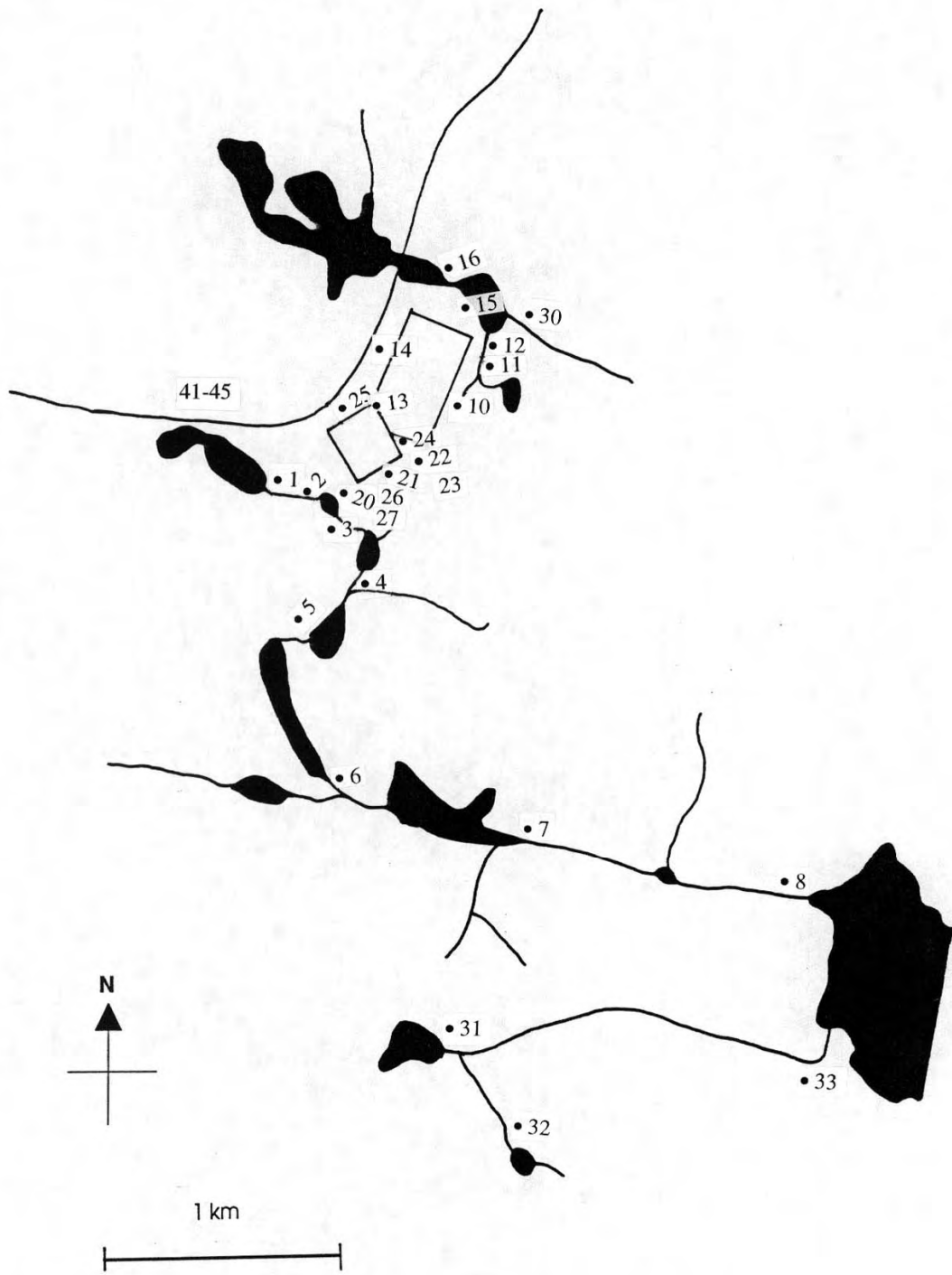
rundt Travparken/Sørlandshallen er nå tildekket/asfaltert, men det ligger fortsatt utildekte steinfyllinger rundt deler av området.

2.3. Prøveinnsamling og analyser

Denne rapporten er basert på analyseresultater fra Hindar (1990), Rasmussen *et al.* (1994), samt tidligere upubliserte data innsamlet av Fylkesmannen i Vest-Agder (1988/89, 1993) og NIVA (1993). Parametre, analysemetoder og stasjoner varierer en del, slik at ikke alle prøveserier er sammenlignbare. Dette har medført at de fleste dataene er presentert i tabellform og ikke i figurer. Det foreligger data fra i overkant av 30 stasjoner i området. Av disse ligger 8 i selve Ånavassdraget, 5 i området ved Travparken og 8 ved Sørlandshallen (figur 2). Vannprøver for titreringsanalyse er innsamlet av Fylkesmannen i Vest-Agder og analysert ved Høgskolen i Agder - Vannlaboratoriet.



Figur 1. Oversikt over deler av næringsområdet ved E18 øst for Kristiansand. Lokalisering av Travparken og Sørlandshallen, samt de vassdrag som berøres er avmerket.



Figur 2. Prøvetakingslokaliteter.

3. RESULTATER OG DISKUSJON

3.1. Geologiske forhold

Generelt om geologien i området

Det undersøkte feltet ligger i den sydligste del av Kongsberg-Bamblefeltet, en særegen geologisk enhet, karakterisert ved en rekke metamorfe bergarter avsatt som sedimenter i et sjøbasseng for ca. 1600-1700 millioner år siden. Sedimentene har senere deltatt i flere fjellkjedeprosesser, slik at de på ca. 15 km dyp er omvandlet til forskjellige typer gneiser. Strekkforhold førte til at smeltemasser trengte inn og dannet massive basiske bergarter. I det opprinnelige sedimentære miljøet deltok også vulkaner med tynne lavalag og gassutsendelse.

Området mellom Kristiansand og Grimstad er rikt på båndgneiser dannet fra leirholdige sandlag, samt km-lange soner av amfibolitt, dannet som vulkanske ganger eller lavalag på sjøbunnen. Ved forskyvninger nede i fjellkjeden ble bergartslag stresset og omgjort til øyegneiser.

Områdets bergarter

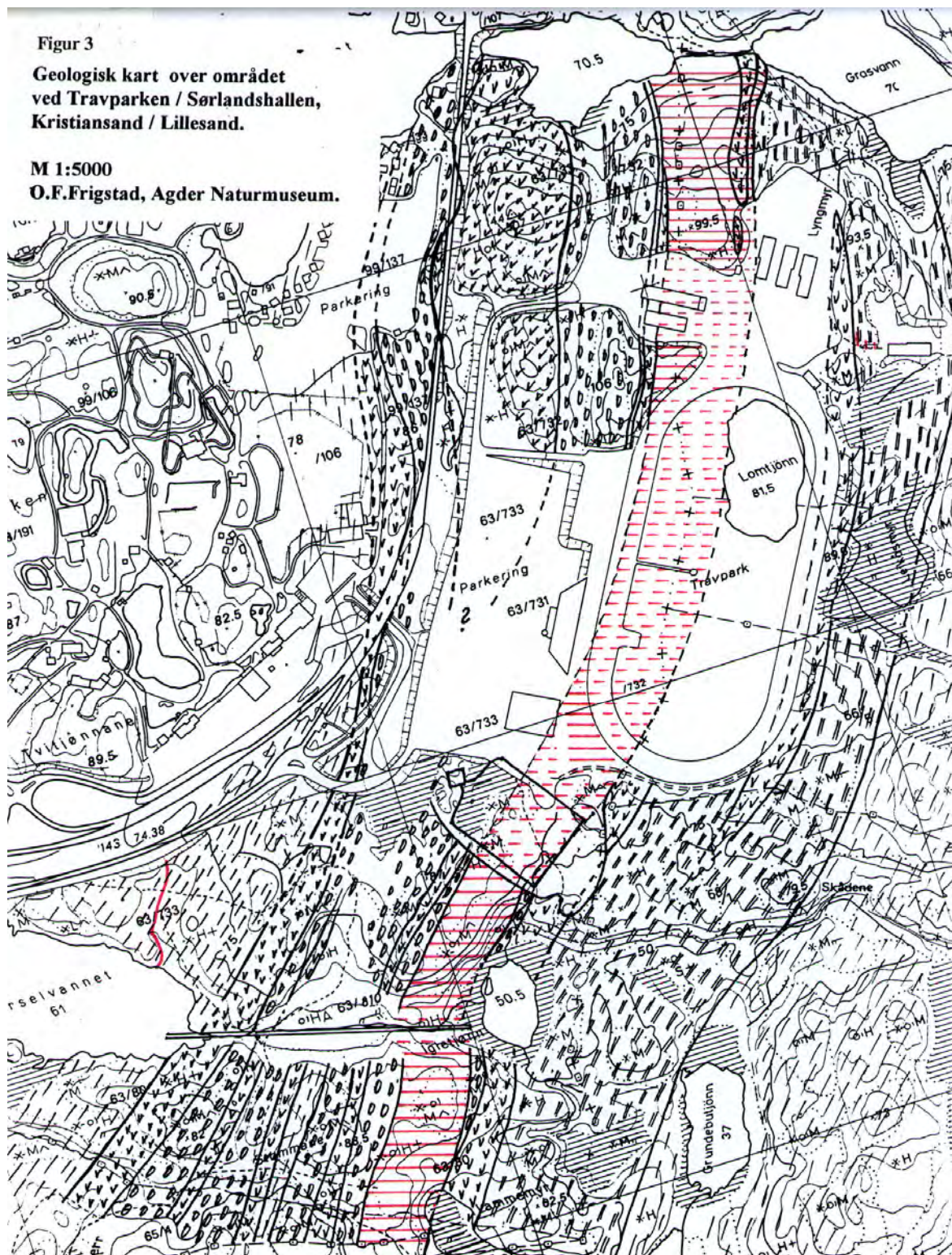
Den mest alminnelige bergart her er BÅNDGNEIS, best synlig i veiskjøringene langs E18. Det er lyse lag av kvarts-feltspat som veksler mellom mørke lag av amfibol-feltspat-glimmer. De enkelte lag er stort sett av cm-tykkelse. Båndgneis er en sterkt vekslende bergartstype, fordi de lyse lagene stedvis dominerer over de mørke og motsatt. Her er de benevnt henholdsvis lys og mørk båndgneis. Figur 3 viser at de lyse båndgneisene ligger på øst- og vestsiden av Travparken. Her er bergartene rikere på granittiske tynne striper, dannet ved delvis oppsmelting og størkning igjen på dypt nivå.

Mørk båndgneis dominerer Travparkens østlige del. De mørke amfibolrike sonene kan stedvis være metertykke og massive slik at den får en gradvis overgang til bergarten amfibolitt. Langs den østlige langsiden av travbanen ligger en slik amfibolittsone, som dog er noe skifrig. I skifrihetsplanene er det mye glimmer, og her sees spor av forskyvning. Grensen mellom mørk båndgneis og skifrig amfibolitt er ofte vanskelig å sette. Båndgneisene viser tydelig den lagdelte orienteringen av feltet. Lagene stryker NNØ-SSV og heller nedover ca. 60-80 grader mot vest. Bergartene består altså av flate lag som fortsetter ned i dypet.









AMFIBOLITT er en mørk, massiv og hard bergart som består av amfibol, feltspat og stedvis glimmer. Amfibolittlagene er oftest flere titalls meter tykke og kiler ut i endene. Normalt er de flere km lange. Ikke sjelden har de tynne soner med båndgneis eller øyegneis i seg. Mot sidene vil ofte amfibolitten bli noe skifrig og gå over til glimmerskifer. Denne massive bergarten er en omvandlet størkningsbergart, sannsynligvis vulkanske ganger trengt inn i de sedimentære skiferlagene. Det er vanlig at amfibolitt inneholder litt kis (svovelkis og magnetkis), under 0,5 %. Også her er det tilfelle, og kis sees i mikroskopet. Men bergarten er svært bestandig, og denne kisen kommer lite i kontakt med forvitrende agenser. Bruddflater får derfor ikke nevneverdig rustbelegg. Derimot er amfibolitten stiv og sprekker opp slik at jernholdige oppløsninger lett kan gi utfellinger. Amfibolittsonene ser ofte rustne ut når de er utsprengt.

Figur 3
 Geologisk kart over området
 ved Travparken / Sørlandshallen,
 Kristiansand / Lillesand.

M 1:5000
 O.F.Frigstad, Agder Naturmuseum.



TEGNFORKLARING

- | | | |
|--|--|---|
| Lys båndgneis:  | Mørk båndgneis:  | Rusten kisso:  |
| Øyegneis:  | Amfibolitt:  | Granittisk gneis:  |
| Forskyvning:  | Antatt bergartsgrense:  | |

GRANITTISK GNEIS finnes som enkelte meter-tykkre soner flere steder, og er for små til å settes inn på kartet. Men nord for Travparken er det to soner som er tatt med. Disse er lyse, svakt streket og massive, og består vesentlig av feltspat og kvarts.

ØYEGNEIS er mer vanlig bergart her, rik på feltspat og kvarts, delvis også med amfibol og glimmer. Det finnes velutviklet øyegneis ved Sørlandshallen som har 1-2 cm feltspatøyne, og det finnes mørkere varianter med 0,5-1 cm lyse feltspatkorn i en mørkere matriks. Det er denne typen som er mest vanlig her. Øyegneisene er også flate, langstrakte plater. Det er vanlig nå å tolke disse som oppstått langs stressflater.

RUSTSKIFER er en brun, bløt, sterkt oppspaltet glimmerbergart rik på rust. Den er tydelig å se på utsprengte flater f.eks. mellom travbanen og Sørlandshallen. På vanlig forvitret fjelloverflate er den ikke lett å få øye på, men forvittringsjorda over viser tydelig sin brunfarge. De rustne glimmerskiferlagene varierer i tykkelse fra 10 cm til 5 m, og ligger spredt i den sonen som i figur 3 er merket rustsone. Mellom skiferlagene ligger øyegneis eller amfibolitt og båndgneis. Denne vekslingen sees best på sydvestsiden av Sørlandshallen. Stedvis f.eks. ved nordre sving av travbanen er bergartene sterkt foldet slik at de blir flerdobbelt i tykkelse.

Kismineralisering

Ved en tidligere undersøkelse (Frigstad, upubl.) ble det ikke funnet kis (svovelkis-magnetkis) i rustlagene mellom Travparken og Sørlandshallen. Disse er sterkt forvitret og det er vanskelig å finne rester av kis. Det sees ofte små hull som har brunt belegg av goethitt $\text{Fe}(\text{OH})_3$, og dette mineralet danner mesteparten av den brune fargen siden det opptrer som mikrokrySTALLINE skorper mellom glimmerflakene. Okergult pulver finnes sammen med dette, og det er utvilsomt jarositt (kalium, jern, hydroxysulfat). Det er også funnet små flak av grafitt, en likhet denne sonen har med Svåbekksonen i Lillesand. Pyritt er nå identifisert ved søndre sving som mm-tykkre, flate korn i kvarts-feltspat-glimmerårer. Glimmeren er den brune flogopittypen. Å analysere så inhomogene lag vil aldri gi noe rimelig korrekt bilde av konsentrasjonen, så dette er ikke gjort. Men det er forbausende at rustutslaget er så synlig stort ved så lite synlig kis. Ved søndre sving finnes også hvite skorper av gips.

I kollen ved nordre sving ble det hyppigere funnet svovelkis ved mikroskopieringen. Når bergarten knuses så lukter man svovel. Lengre nord ved innhegnet hestefelt er det også et konsentrert rustbelte, likeledes langs ridestien ved Grastjønn og opp bakken til innhegningen. Noen tynne rustlag er også funnet nordøst for Travkroa, men de er ikke påvist lengre syd i den mørke båndgneisen.

Det er store likheter i kisopptreden videre vest til Sørlandshallen og bratthenget ved Igletjønn. Her sees også hvitt gipsbelegg og okerfarget jarosittpulver. Kismineraliseringen er knyttet til tynne lag av kvarts-feltspat-glimmer som ligger i glimmerskiferen. Den er altså dannet ved metamorfosen og følger en bestemt bergartstype. Formodentlig av vulkansk-sedimentær opprinnelse.

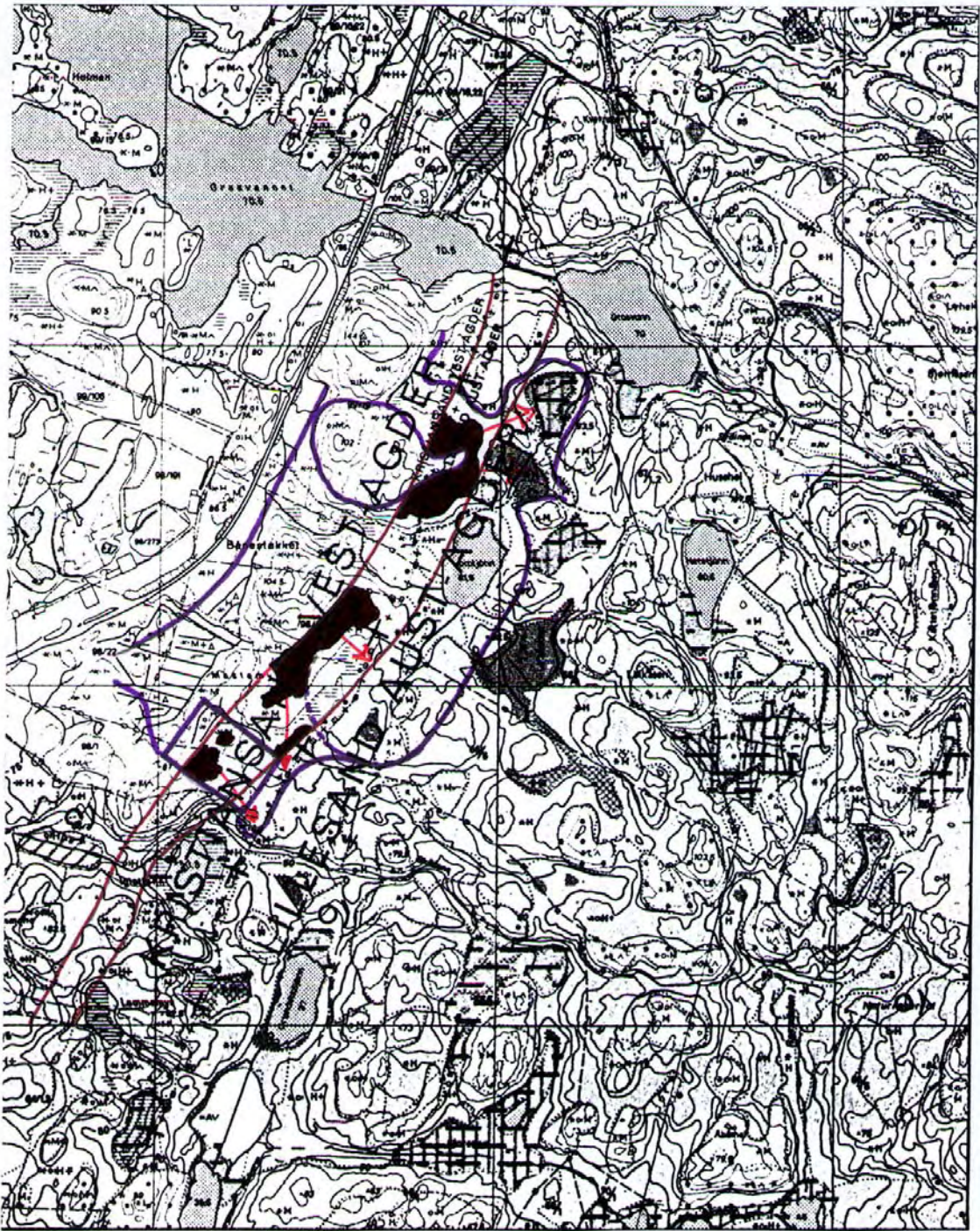
Geologiske miljøforhold

Rustsonens tykkelse er ca. 75 m, men kartet i figur 3 viser større bredde p.g.a. lagenes helning. Store deler av sonen er sprengt bort og jevnet ut over området. Kart fra før Travparken ble bygget viser at det bare var deler av rustsonen som måtte sprenges vekk. Disse områdene er merket av i figur 4. Det dreier seg om deler av kollen ved nordre sving. Det mest sannsynlige er at disse massene ble fylt ut i myrområdet mot øst, der stallene nå ligger. Dette området har drenering nordøst til Grastjønn. Det er formodentlig også sprengt bort deler av rustsonen foran og sydvest for tribunebygget. Antagelig er mye av dette fylt ut i løpebaneområdet som også drenerer til Grastjønn. Men det kan også tenkes at noe av disse massene er fylt ut mot vest der parkeringsplassen nå er. Dette området drenerer via grøft langs E18 til Grasvannet. Ved søndre sving er noe av rustsonen tatt bort, og likeledes der Sørlandshallen ligger. Disse massene er sannsynligvis fylt ut ved sydlige hjørne av hallen. Dette drenerer til Igletjønn og Ånavassdraget. Dessuten fortsetter sonen sydover, hvor den har naturlig langsom forvitring i usprengt fjell.

Totalt sett antas det at det ikke er svært store rustsonemasser som er flyttet på under anleggsarbeidene, fordi terrenget på forhånd var relativt flatt ved mesteparten av rustsonen. Grastjønn er trolig det viktigste dreneringsmålet for disse massene. Syd for søndre sving, ved bratthenget mellom Igletjønn og Skådene sees flere steder rustne renner i fjellet p.g.a. avrenning av vann fra Travparken-Sørlandshallen. I tillegg kan nevnes at det også ut i Barselvannet renner en illeluktende rustfylt bekk som kommer fra veiskråningen parallelt til E18, syd for bensinstasjonen ved Dyreparken. Den er merket av på kartet (figur 3) og bør undersøkes.

Konklusjon

Det er påviselig svovelkis tilstede i flere tynne lag innenfor en ca. 75 m bred sone, som strekker seg langs det undersøkte feltet ved Travparken og Sørlandshallen. Ikke ubetydelige deler av denne er sprengt ut og fordelt i området som fyllmasse. Kislagen forvitrer og danner rust og sulfatmineraler, som igjen er en forurensningskilde. Antakelig drenerer størsteparten av de rustne bergmassene mot Grastjønn / Grasvannet og Topdalselva. Sannsynligvis fortsetter rustsonen mange kilometer nord og syd for det kartlagte området.



Figur 4. Utbyggingsområdet ved Trønderparken og Sørlandshallen. Deler av rustsonen som måtte sprenges vekk i forbindelse med utbyggingen er markert med heldekkende svarte felter.

3.2. Vannkvalitet

3.2.1. Eksisterende data

"Referanselokaliteter"

Prøvetakingslokaliteten i det østlige innløpet av Grastjern (st. 30) ligger utenfor anleggsområdet ved Travparken, men bekken var ved befaring våren 1995 opprensket og stedvis utfyllt med stein (figur 2). Det er kun tatt to vannprøver fra denne stasjonen, begge i oktober 1993. pH i disse prøvene var rundt 4,8-4,9, sulfatkonsentrasjonen rundt 8-11 mg/l og aluminiumskonsentrasjonene mellom 1,6 og 2,1 mg Al/l (vedlegg A,B,C). pH-verdiene lå på et nivå som en kunne forvente i et kystnært småvassdrag med begrensede bufferegenskaper. Den høye aluminiumskonsentrasjonen indikerte imidlertid at vannet var påvirket av andre syreproduserende prosesser enn de som er skapt av langtransporterte forurensninger. Utfyllingene langs bekken kan være en mulig årsak til dette.

I Karistjønnbekken (stasjonene 31-33), som ligger rett sør for Ånavassdraget, ble det i løpet av 4 prøveserier våren 1994 registrert en middel-pH på 5,0 og midlere sulfat- og totale aluminiumskonsentrasjoner på hhv. 9 og 0,04 mg/l (Rasmussen *et al.* 1994). Det ble dermed registrert omlag samme surhet og sulfatkonsentrasjon som ved stasjon 30, men betydelig lavere aluminiumskonsentrasjon. Vannkvaliteten i dette vassdraget kan sies å være mer representativt for et surt kystnært vassdrag enn st. 30 når det gjelder aluminiumskonsentrasjoner. I en regional undersøkelse av 67 kystnære innsjøer (Hindar og Kleiven 1990) var middel-pH 5,3 og midlere sulfat- og aluminiumskonsentrasjon hhv. 8,2 og 0,22 mg/l (tabell 1). Det var riktignok en betydelig variasjon i det regionale materialet: pH-verdiene varierte mellom 4,3 og 6,6, sulfatkonsentrasjonen mellom 5,7 og 16 mg/l og aluminiumskonsentrasjonen mellom 0,01 og 0,56 mg/l.

Tabell 1. Resultater fra undersøkelse av vannkvaliteten i 67 kystnære innsjøer (Hindar og Kleiven 1990). Middelerverdier og variasjonsintervall.

Parameter	Middel	Variasjon
pH	5,3	4,3-6,5
Kalsium (mg Ca/l)	2,0	0,7-5,1
Sulfat (mg SO ₄ /l)	8,2	5,7-16
Klorid (mg Cl/l)	7,9	3,5-22
Reaktivt aluminium (mg RA/l)	0,22	0,01-0,56

Lokalområdet omkring Travparken

I tidsrommet 1988-1993 ble det tatt i alt 18 vannprøver fra 5 stasjoner (st. 10-14) i området ved Travparken. Datagrunnlaget er for begrenset til å kunne vurdere vannkvalitetsutviklingen i den aktuelle perioden, men prøvene illustrerer karakteristiske trekk ved vannkvaliteten i det utbygde området. Samlet hadde disse prøvene en middel-pH på 3,8 og en midlere sulfat- og total aluminiumskonsentrasjon på hhv. 84 og 21 mg/l. Den laveste registrerte pH var 3,4, noe som tilsvarer 40 ganger høyere syrekonsentrasjon enn i vann med pH 5,0. Konsentrasjonen av sulfat og total aluminium varierte begge med en faktor på omlag 40 i de analyserte prøvene, noe som delvis kan forklares ved variasjoner i vannføring og vannets kontaktid med de kisholdige bergartene.

Bekken som renner fra stallområdet og ut i Grastjønn (st. 15) hadde noe avvikende vannkvalitet i forhold til de andre stasjonene omkring Travparken. Middel-pH i 5 prøver fra tidsrommet 1988-1993 var 6,0 og konsentrasjonene av sulfat og aluminium (kun én prøve) var hhv. 2,5 og 0,7 mg/l. De relativt høye pH-verdiene kan ha sammenheng med tilførsler av næringsstoffer og organisk materiale fra stallområdet. Aluminiumkonsentrasjonen er imidlertid høyere enn en kan forvente ved de pH-verdier som ble målt.

Grastjern

En stor del av avrenningen fra Travparken tilføres Grastjern på sørsiden av E18 (figur 2). Det foreligger kun én prøve fra utløpet av Grastjern (st. 16), tatt i oktober 1993. Vannet hadde da en pH-verdi på 4,4 og en aluminiumkonsentrasjon på 3,4 mg/l. I forbindelse med innhenting av vannprøver for titreringsanalyse (aciditet) i juni 1995 var pH 4,3 i vannet.

Lokalområdet rundt Sørlandshallen

I alt 8 mindre tilsig fra Sørlandshall-området (st. 20-27) ble undersøkt i perioden 1988-1994. Det ble tatt tilsammen 29 vannprøver fra de nevnte stasjonene, de fleste i 1993 og 1994. Avrenningen fra Sørlandshallen synes å være like sur som fra Travparken, med pH-verdier helt nede i 3,4. De maksimale sulfatkonsentrasjonene (1100 mg/l) og aluminiumkonsentrasjonene (70 mg/l) lå vesentlig over de nivåer som er målt i avrenningen fra Travparken.

I de vannprøver som er tatt ved Sørlandshallen lå pH gjennomsnittlig på 4,3, sulfatkonsentrasjonen på 270 mg/l og total aluminiumkonsentrasjon på rundt 40 mg/l. På grunn av stor variasjon i datamaterialet, og manglende opplysninger om vannføring, er det umulig å sammenligne området ved Sørlandshallen og området ved Travparken mht. kvantitative tilførsler av sterk syre og aluminium. De prøver som er tatt viser imidlertid at det finner sted en syreproduksjon fra de utsprenge massene som gir betydelige overkonsentrasjoner av sulfat og aluminium i avrenningsvannet både fra Travparken og Sørlandshallen. Tidligere undersøkelser viser at avrenningsvannet fra slike områder også inneholder betydelige konsentrasjoner av tungmetallene kobber, sink, nikkel, bly og kadmium (Hindar *et al.* 1992, Lien 1993, Hindar og Lydersen 1994).

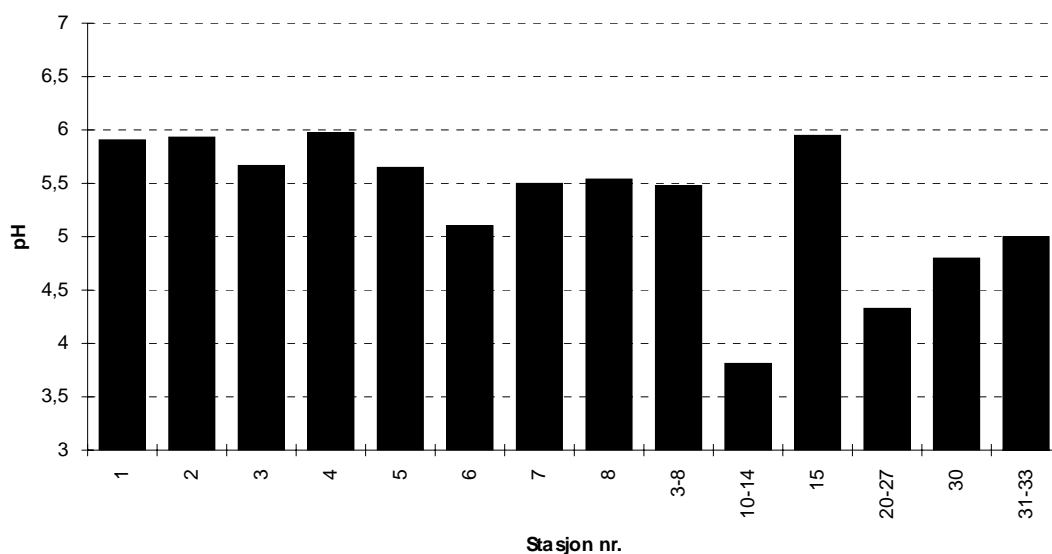
Ånavassdraget

I Ånavassdraget, som mottar tilsig fra Sørlandshallen og deler av Travparken, er det i perioden 1988-1994 tatt prøver fra i alt 8 stasjoner (3-17 prøver på hver stasjon). Den øverste stasjonen ved utløpet av Barselvatn (st. 1) ligger ovenfor alle tilløp fra de utbygde områdene rundt Travparken/Sørlandshallen, men vil kunne preges av aktivitet rundt Oktanten (Sørlandssenteret). Barselvatn hadde relativt høy pH (5,9 i middel), sammenlignet med andre elver og bekker i samme område (Hindar og Kleiven 1990). Dette har trolig sammenheng med en generell eutfierings-tendens i vannet, som kan settes i sammenheng med den store nærings- og fritidsaktiviteten i området (Hindar 1990).

Vannet hadde forholdsvis høy sulfatkonsentrasjon (~20 mg/l i middel), men dette så ikke ut til å ha ført til spesielt høye aluminiumskonsentrasjoner (~0,1 mg Al/l i middel).

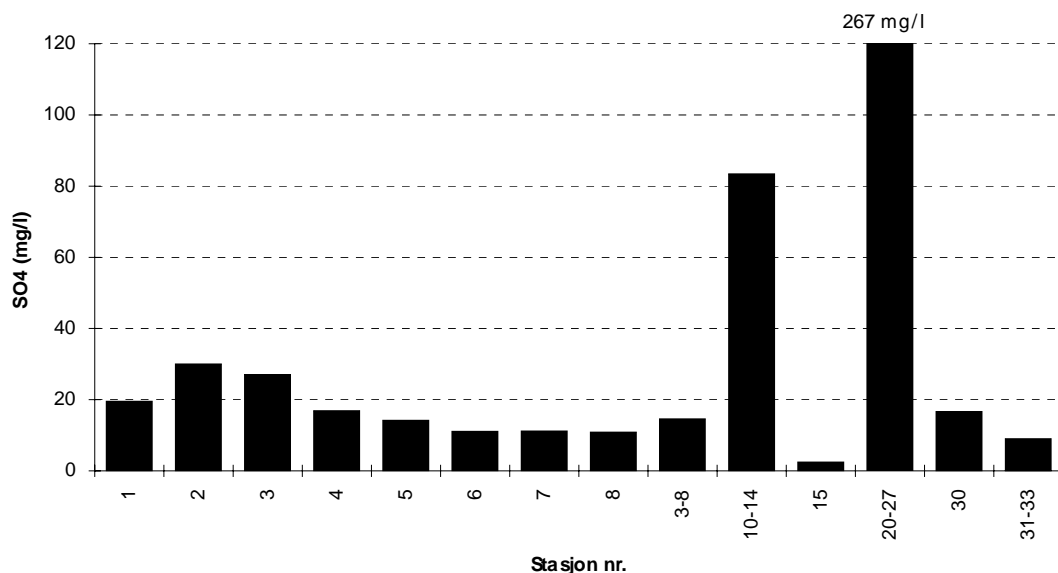
Fra og med utløpet av Igletjønn (st. 3) er Åna påvirket av tilrenningen fra de utbygde områdene omkring Travparken/Sørlandshallen. Samlet for stasjonene mellom Igletjønn og utløpet i Kvåsefjorden (st. 3-8) lå pH-verdiene i elva mellom 4,6 og 6,8 (5,5 i middel). Sulfatkonsentrasjonene varierte mellom 10 og 36 mg/l (15 mg/l i middel) og konsentrasjonen av reaktivt aluminium mellom 0,14 og 0,29 mg/l. Denne vannkvaliteten er omlag på nivå med andre forsurede kystnære småvassdrag på Sørlandet (Hindar og Kleiven 1990), hvor aluminiumskonsentrasjonen ofte overstiger nivåer som kan sies å være akseptable for fisk.

Som figur 5 viser, avtar middel-pH i Åna noe mellom utløpet av Barselvatn (pH 5,9) og utløpet ved Kvåsefjorden (pH 5,5). pH-verdien i utløpet av Åna var imidlertid fortsatt høyere enn i den nærliggende Karistjønnbekken i den undersøkte perioden. Dette skyldes for en stor del at de øvre delene av vassdraget (Barselvatn) har en forholdsvis god bufferkapasitet, som gir vannet en viss motstandskraft mot sure tilførsler på vei videre ned mot fjorden.



Figur 5. Middel-pH ved ulike stasjoner rundt Travparken/Sørlandshallen i perioden 1988-1994. Data fra Fylkesmannen i Vest-Agder, Høgskolen i Agder og NIVA.

De høye sulfatkonsentrasjonene i avrenningen fra utbyggingsområdet kan registreres som en tydelig økning i sulfatkonsentrasjonen i Åna mellom stasjon 1 og 2 (figur 6). Figuren illustrerer at det er en fortynningseffekt i vassdraget, som medfører at sulfatkonsentrasjonen avtar gradvis ned til stasjon 6 (utløp Rossevatn). Deretter holder konsentrasjonen seg forholdsvis konstant til utløpet i Kvåsefjorden. Sulfatkonsentrasjonen i den nedre delen av vassdraget er i samme størrelsesorden som i den nærliggende Karistjønnbekken.



Figur 6. Gjennomsnittlig sulfatkonsentrasjon (SO_4) ved ulike stasjoner rundt Travparken / Sørlandshallen 1988-1994. Data fra Fylkesmannen i Vest-Agder, Høgskolen i Agder og NIVA.

Det er foretatt forholdsvis få aluminiumsanalyser på de ulike stasjonene i Åna (2-6 prøver fra hver stasjon), og det er brukt ulike analysemetoder (total Al kontra reaktivt Al). Konsentrasjonen av aluminium i Åna ser ut til å følge omlag samme forløp som sulfatkonsentrasjonen i figur 6, med en økning mellom stasjon 1 og 2, og deretter et avtak nedover i elva. I to prøveserier tatt den 17. og 28. september 1993 øker konsentrasjonen av reaktivt aluminium fra et gjennomsnitt på 0,13 mg/l i utløpet av Barselvatn til 0,37 mg/l ved Barsel-lona. Deretter avtar konsentrasjonene til 0,28 mg/l i utløpet av Igletjønn og til omkring 0,14 mg/l ved utløpet i Kvåsefjorden. Konsentrasjonen av giftig labilt aluminium var i gjennomsnitt 0,02, 0,31, 0,21 og 0,03 mg Al/l ved de respektive stasjonene. Dette illustrerer at vannet var svært giftig for fisk på de to midterste stasjonene på denne tiden. I den nedre delen av elva representerte vannkvaliteten trolig ingen fare for den ikke-anadrome fiskebestanden i elva. For å kunne trekke generelle konklusjoner om aluminiumskonsentrasjoner i Ånavassdraget i forhold til fisk vil det være behov for flere målinger gjennom et år. Konsentrasjonen av aluminium vil erfaringsmessig variere mye i elver og bekker, avhengig av vannføring og tidspunkt på året.

3.2.2. Vurdering av de vannkjemiske resultatene

De lave pH-verdiene, høye sulfat- og aluminiumskonsentrasjonene er i overensstemmelse med resultater fra andre områder hvor det er foretatt utspregninger i sulfidholdige bergarter (Hindar *et al.* 1992, Lien 1993). Problemstillingen er også kjent fra områder med gruvevirksomhet. Sulfat- og aluminiumskonsentrasjonene i avrenningsvannet fra Travparken/Sørlandshallen var i samme størrelsesorden som målinger foretatt i tilløpet til Langedalstjønnna ved Lillesand (Hindar *et al.* 1992). Den sure tilrenningen til Langedalstjønnna har ført til så høye aluminiumskonsentrasjoner i vannet at fisken har dødd ut og vannet ikke lenger kan benyttes til drikkevann.

Med de utbyggingsarealer som er gitt i avsn. 2.2 vil Travparken og Sørlandshallen ved normal årsavrenning på 26 l/s/km² drenere hhv. 140.000 og 20.000 m³ vann i løpet av et år. 110.000 og 50.000 m³ av dette er antatt å renne ut i hhv. Grastjern/Grasvatn og Åna. I Åna-

vassdraget tilsvarer dette litt over 5% av vassdragets vannføring ved Igletjønn. Travparkens prosentvise vannføringsbidrag til Grastjern kan grovt anslås til i underkant av 10%.

I og med at det utbygde området utgjør en forholdsvis liten del av Ånavassdraget, vil fortykning og selvrensing være medvirkende til at vannkvaliteten i selve Åna synes å bli forholdsvis lite påvirket (se avsn. 3.1.1). I Grastjønn vil avrenningen fra det utbygde området få relativt sett større innvirkning på vannkvaliteten.

Erfaringer fra Lillesand har vist at det fant sted en betydelig selvrensing/fortynning i nedbørfeltet mellom forurensningskilden og Langedalstjønna. Forvitring/ionebytte av Ca^{2+} og Mg^{2+} nøytraliserte 52% av syren, mens 46% ble forbrukt til kjemisk forvitring (protonering) av aluminium- og jern-forbindelser. Kun 2% av syren var tilbake i bekken idet vannet nådde Langedalstjønna.

Påvirkningen fra anleggsområdet vil være størst i de mest nærliggende områdene av Åna- og Grastjernvassdraget. Dette vil si at Igletjønn og Grastjern vil være mest belastet. Videre nedover i vassdragene vil fortykning og selvrenningsprosesser føre til at vannkvaliteten bedres med avstanden fra forurensningskilden.

Målinger av stofftransport fra det utbygde området vil ikke kunne foretas, så lenge det ikke foreligger representative vannprøver med tilhørende avrenningstall for området. Det er derfor vanskelig å anslå hvor stor belastning hhv. Travparken og Sørlandshallen bidrar med til hvert av vassdragene. Ansvarsforhold f.eks. i forbindelse med bekostning av tiltak i vassdragene kan imidlertid evt. baseres på en prosentvis fordeling basert på størrelse av bearbeidet areal innenfor nedbørfeltene.

3.3. Forslag til tiltak

For i størst mulig grad i å hindre avrenning av surt/aluminiumsholdig vann til vassdragene i tiden framover vil det være nødvendig med reparerende tiltak i forhold til allerede igangsatt virksomhet og forebyggende tiltak knyttet til evt. nye utbyggingsprosjekter i området.

3.3.1. Reparerende tiltak

Der utbygging allerede har funnet sted, vil det være behov for tiltak i etterkant for å minske forurensningsulempene. Tiltakene bør i første rekke rettes mot å: (a) Begrense vannmengdene som kan komme i kontakt med sprengstein, (b) Tildekke steinfyllinger for å hindre kontakt med vann og (c) Kalke surt / aluminiumsrikt vann som har vært i kontakt med sprengstein.

a) Begrensing av vannmengder som kan komme i kontakt med sprengstein,

For å hindre rent vann å komme i kontakt med sprengstein må alle tilsig (overflatevann) ledes utenom det utbygde området. Overvann fra tak og asfalterte flater må samles opp og føres ut av området i rør for å hindre kontakt med steinfyllingene. Utløpet av tjønna i midten av Travbanen bør likeledes ikke gå gjennom steinfyllingene, men i rør ut av det bebygde området.

b) Tildekking av steinfyllinger for å hindre kontakt med vann.

For å begrense mulighetene for kontaktflater mellom sprengstein og vann bør alle steinfyllinger tildekkes. Fast dekke av betong, asfalt eller en plastduk vil hindre mesteparten av vannet i å trenge ned i fyllingene. I steinfyllinger med stor helning og ingen tilrenning fra sidene, kan det være tilstrekkelig å dekke massene med et tykt jordlag, gjerne med et lag av tettere silt/leire i bunnen.

c) Kalking av surt / aluminiumsrikt vann som har vært i kontakt med sprengstein.

Dersom det er uunngåelig at kontakt mellom vann og fyllmasse oppstår, og disse vannmengdene er så store at de utgjør en forurensningstrussel, bør det settes i verk tiltak for å avsyre dette.

Kalking av Grastjern

De vannkjemiske resultatene viser at Grastjern er tydelig påvirket av utbyggingsområdet ved Travparken, med lav pH og høy aluminiumskonsentrasjon. For å redusere forsurenings-ulempene i denne innsjøen og på vassdraget forøvrig, foreslås Grastjern kalket.

Grastjern har et overflateareal på ca. 25 dekar, største dyp på 9 meter og et middeldyp på 4 meter (dybdemålinger, Kr.sand kommune). Dette gir et innsjøvolum på 0,1 mill. m³. Avrenningen fra det omlag 1 km² store nedbørfeltet tilsvarer 0,82 mill. m³/år i et normalår (Valland 1988). Den teoretiske oppholdstiden for vannet blir dermed omlag 1,5 mnd (0,12 år). For å anslå kalkbehovet ved avsyring av innsjøens vannmasser ble det i juni 1995 innhentet vannprøve for titreringsanalyse (figur 7). Titreringskurven for Grastjern antyder at det behøves omlag 8 g CaCO₃/m³ for heve pH i vannet til pH 6,0. Dersom en benytter en kalktype med 90% CaCO₃ og oppløsningssegenskaper tilsvarende 60% vil kalkdosen bli omlag 15 g CaCO₃/m³. På grunn av den relativt raske vanngjennomstrømmingen anbefales innsjøen kalket to ganger årlig med følgende kalkmengder:

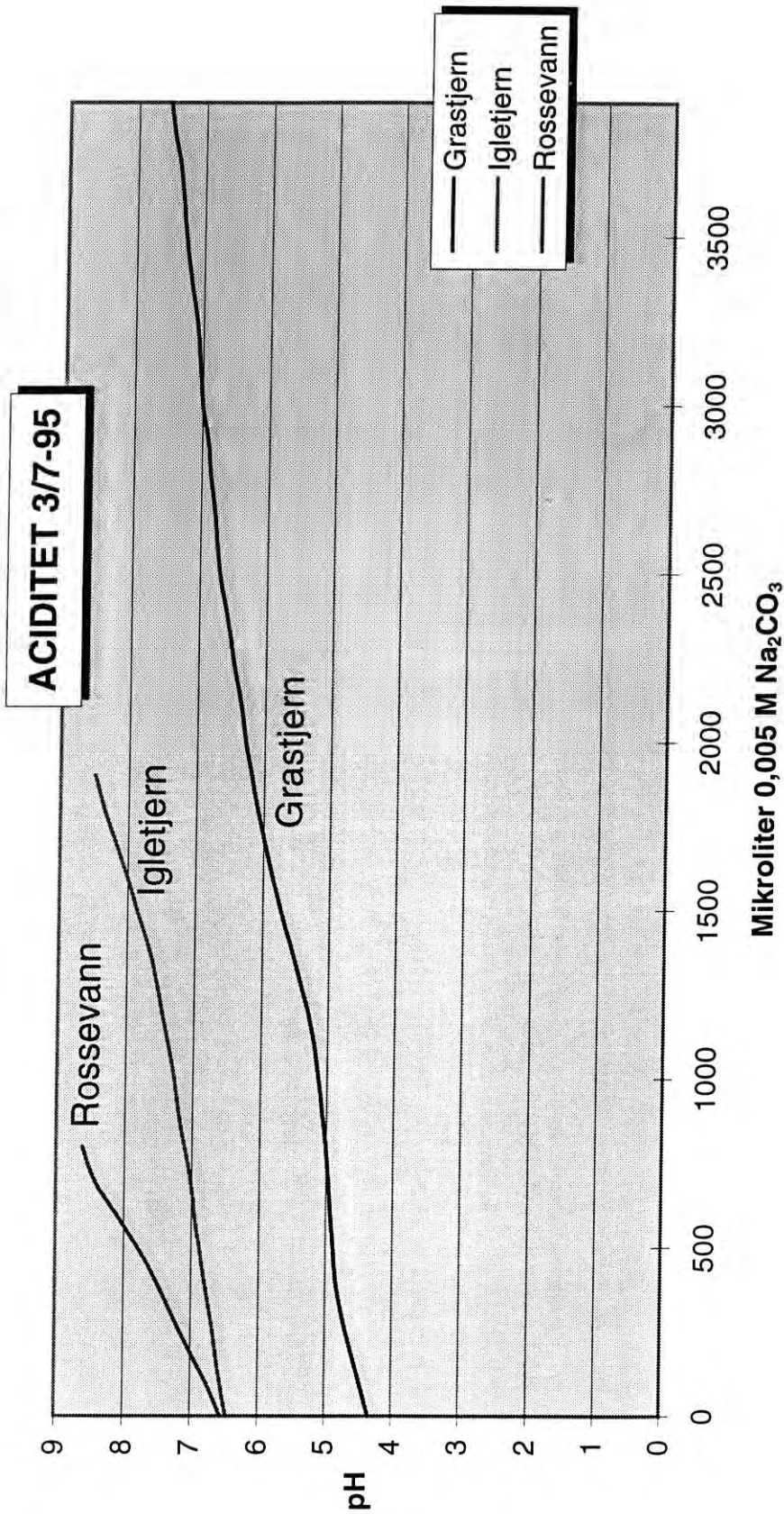
Tidlig om våren:	6,5 tonn kalksteinsmjøl
Seint om høsten	6,5 tonn kalksteinsmjøl

Ved første gangs kalking må dessuten innsjøens vannmasser kalkes opp med 1,5 tonn kalksteinsmjøl

Med en antatt kalkpris på 800 kr/tonn ferdig tilkjørt og spredd vil de årlige utgiftene til kalk beløpe seg til omlag kr. 11.000,-, med unntak av det første året da det vil kreves omlag kr. 1.000-2.000,- ekstra til oppkalking av innsjøens vannmasser.

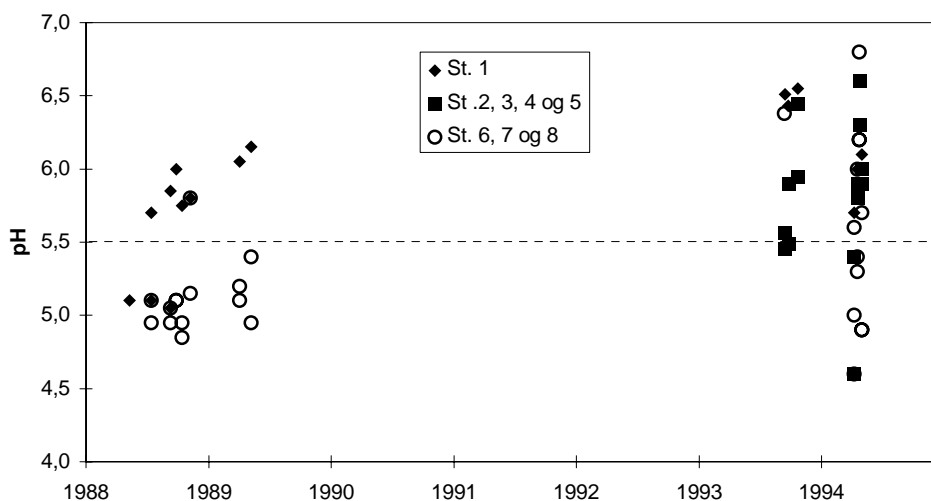
Kalking av Åna-vassdraget

I Ånavassdraget utgjør utsprengt/bearbeidet areal en mindre andel av det totale nedbørfeltet sammenlignet med f.eks. Grastjern. Effektene av anleggsvirksomheten på vannkvaliteten i elva er derfor også mindre (avsn. 3.11). De foreliggende vannkjemiske målingene i vassdraget er avgrenset til korte undersøkelsesperioder og viser at det er stor variasjon i pH på de ulike stasjonene (figur 8). Resultatene indikerer at det er behov for avsyring av vannmassene (kalking), i iallfall i perioder av året.



Figur 7. Titreringskurver for vannprøver fra Grastjern, Iglefjærn og Rossevatn. De to sistnevnte lokalitetene ligger i Ånavassdraget. 1 ml titreringsvæske tilsvarer 5 mg CaCO₃/l.

Det foreslås i første omgang å kalke 1 eller 2 innsjøer i vassdraget framfor å investere i kostbart doseringsutstyr. Rossevatn (innsjøareal ca. 0,75 km², nedbørfelt ca. 4,4 km²) vil kunne være egnet til kalking dersom innsjøen har et middeldyp på over 5 meter. Innsjøen vil med dette ha en teoretisk oppholdstid på over 0,1 år, noe som vil være tilstrekkelig dersom det kalkes 2 ganger pr. år. For å oppnå en kalkingseffekt lenger oppe i vassdraget, kan noe av kalken f.eks. spres i Øvre Grundebutjønn som kan nås via skogsbilvei. Det foreslås kalking tidlig om våren og seint om høsten. For å fastslå innsjøvolum og dermed egnetheten for kalking må det foretas opplodding av de aktuelle innsjøene.



Figur 8. pH på ulike stasjoner i Åna-vassdraget. Fra Undersøkelser av Fylkesmannen i Vest-Agder, NIVA og Høgskolen i Agder. Lokalisering av de ulike stasjonsnummer er gitt i figur 2.

Dersom en antar en middel-pH på 5,5 i vassdraget og et ønsket målnivå på 6,0, foreslås en kalkdose på 2 g CaCO₃/m³. Det er da foretatt en skjønnsmessig avveining mellom titreringskurvene for Igletjønn og Rossevatn (figur 7). For å avsyre Ånavassdraget, utenom Barselvatn som allerede har god vannkvalitet, vil det kreves omlag 15 tonn kalksteinsmjøl årlig. Dette er basert på et normaltilsig på 3,9 mill m³/år og en kalktype som inneholder 90% CaCO₃ og har en oppløsningsgrad i innsjøer på 60%. Det er ikke beregnet ekstra kalkbehov til avsyring av de stående vannmasser i Rossevatn. Med en antatt kalkpris på 800 kr/tonn ferdig tilkjørt og spredd vil de årlige utgiftene til kalk beløpe seg til omlag kr. 12.000,-.

Kalken foreslås spredd på følgende måte:

	Øv. Grundebutjønn	Rossevatn
Vår:	1,5 tonn	6 tonn
Høst	1,5 tonn	6 tonn

For eventuelt å korrigere kalkdoser og kalkingsstrategi foreslås en enkel vannkjemisk oppfølging av vassdraget etter kalking. Det anbefales månedlig prøvetaking i utløpet av Igletjønn og i Ånas utløp i sjøen, med analyse av pH, kalsium, alkalitet, reaktivt/ikke-labilt aluminium, samt TOC.

Forslag til fordeling av ansvar mht. gjennomføring av tiltak

Ansvar mht. gjennomføring av kalkingstiltak foreslås fordelt mellom utbyggerne basert på størrelsen av utbygd areal innefor de ulike vassdragene (se avsn. 2.2). I og med at langtransportert forurenset luft og nedbør også er medvirkende til forureningen av vassdragene, er det også naturlig at statlige myndigheter bidrar til gjennomføringen av tiltakene. Utbyggerne bør relativt sett ha større ansvar for gjennomføring av tiltak i Grastjønn sammenlignet med Åna-vassdraget, basert på de vannkjemiske resultatene og andelen utbygd areal i de to vassdragsområdene.

3.3.2. Forebyggende tiltak

Ved en eventuell videre utbygging i området er det svært viktig at en vurderer forurensningsfaren på forhånd og tar de nødvendige forholdsregler før anleggsarbeidene igangsettes. Ved å sette inn forurensningsforebyggende tiltak på et tidlig tidspunkt, kan en helt eller delvis unngå skadelige effekter på vassdragene, samtidig som gjennomføringen av tiltakene kan bli enklere, billigere og mer effektive enn om de blir igangsatt i etterkant. Viktig forebyggende arbeid og forurensningbegrensende tiltak vil være:

- Innhenting av opplysninger om geologiske forhold for å kunne vurdere forurensningsfare knyttet til planlagt sprengningsarbeid.
- En bør søke å minimalisere omfang av sprengningsarbeidene dersom det er påvist sulfidholdig berggrunn i området, og i størst mulig grad benytte tilkjørt fyllmasse til planering.
- Hydrologiske forhold (inkl. grunnvannsstand) i planlagt utbyggingsområde må undersøkes på forhånd. All tilrenning fra omkringliggende arealer må ledes utenom byggeområdet. Anleggsarbeidene bør dessuten legges til den tørreste tiden av året (mai-august). Overvann inne på selve byggeområdet bør om mulig hindres i å komme i kontakt med utsprengt stein. Dersom dette er vanskelig i praksis, kan kalking av overflater inne på selve anleggsområdet være nødvendig.
- Etter at sprengningsarbeidene er avsluttet, må området planeres og tildekkes (som beskrevet i avsnitt 3.3.1) så raskt som mulig.
- Det bør tas vannprøver før-, under- og etter anleggsperioden for å dokumentere eventuelle forurensningsulemper i forbindelse med arbeidene. Dersom vannkvaliteten i avrenningsvannet og i tilliggende vassdrag viser seg å være uakseptabelt dårlig, bør ytterligere forurensningbegrensende tiltak settes i verk.

REFERANSER

- Hindar, A. (1990). Forurensningssituasjonen i vassdrag ved Fritidsparken / Travparken, Kristiansand i 1988-89. NIVA-rapport nr. 2366, 31 s.
- Hindar, A. and Lydersen, E. (1994). Extreme acidification of a lake in Southern Norway caused by weathering of sulphide-containing bedrock. *Water, Air and Soil Pollut.* 77: 17-25.
- Hindar, A. og Kleiven, E. (1990). Chemistry and fish status of 67 acidified lakes at the coast of Aust-Agder, Southern Norway, in relation to post-glacial marine deposits. NIVA-report no. 2454, 47 pp.
- Hindar, A., Lydersen, E. og Kroglund, F. (1992). Ekstreme aluminiumskonsentrasjoner og lav pH i Langedalstjønnen i Lillesand kommune. Årsak, virkninger og mulige tiltak. NIVA-rapport nr. 2793, 24 s.
- Lien, L. (1993). Lokalisering av forurensninger fra Heiane næringsområde på Stord. NIVA-rapport nr. 2899, 10 s.
- Rasmussen, S., Myhre, T, Carlsson, V. og Rasmussen, G. (1994). Undersøkelser av vassdrag og grunnvann i området Sørlandsparken. Prosjektoppgave, Høgskolen i Agder, 39 s. + vedlegg.
- Valland, N. (1988). Kystnære småvassdrag i Aust-Agder. Hydrologiske beregninger, foreløpig utgave. MV-avd. i Aust-Agder. 146 s. + vedlegg.

Vedlegg A. Stasjoner og analyseparametre.

Prøvetakingsstasjoner (se figur 2)

Nr	Navn
1	Barselvann, utløp
2	Barsel-lona
3	Igletjønn, utløp
4	Øvre Grundebutjønn, utløp
5	Nedre Grundebutjønn, utløp
6	Rossevatn, utløp
7	Bjorvann, utløp
8	Åna, utløp
10-14	Travparken, bekk/tilsig
15	Travparken, innløp Grastjern
16	Grastjønn ut
20-27	Sørlandshallen, bekk/tilsig
30	Grastjønn, innløp øst (referanse)
31	Karistjønnbekken, utløp Karistjønn
32	Karistjønnbekken, sidebekk
33	Karistjønnbekken, utløp
41-45	Barselvatn, innløp/tilsig

Parameter	Forkortelse	Benevning
pH	pH	
Konduktivitet	Kond	mS/m
Alkalitet	Alk-E	µekv/l
Kalsium	Ca	mg/l
Sulfat	SO4	mg/l
Klorid	Cl	mg/l
Total aluminium	Tot-Al	µg/l
Reaktivt aluminium (syreløselig)	RAL-s	µg/l
Reaktivt aluminium (ukonservert)	RAL-u	µg/l
Ikke labilt aluminium (ukonservert)	ILAL-u	µg/l
Total fosfor	TOT-P	ug/l
Nitrat	NO3N	ug/l
Total nitrogen	TOT-N	ug/l
Vannets Farge	Farge	mg Pt/l

Vedlegg B. Primærdata

Dato	St	pH	Kond mS/m	Alk-E µekv/l	Ca mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l	Tot-Al µg/l	RAL-s µg/l	RAL-u µg/l	ILAL-u µg/l	TOT-P ug/l	NO3N ug/l	TOT-N ug/l	Farge mg Pt/l	Innsamlet av:	Oppr. st. nr
09/05/88	1	5,1	16,6									5	1553		MVA	B4	
14/07/88	1	5,1	8,7									3	329	454	25	MVA	B4
14/07/88	1	5,7	15,6									8	609	1695	40	NIVA	1
09/09/88	1	5,1	7,7									5	302	621	50	MVA	B4
09/09/88	1	5,9	12,6									22	1230	1580	45	NIVA	1
27/09/88	1	6,0	13,7									13	1130	1630	55	NIVA	1
14/10/88	1	5,8	13,3									17	810	1755	70	NIVA	1
07/11/88	1	5,8	14,8									18	782	1180	55	NIVA	1
04/04/89	1	6,1	15,2									10	850	1314	55	NIVA	1
08/05/89	1	6,2	14,3									15	725	947	25	NIVA	1
17/09/93	1	6,5	18,5	171	9,7	25,0			115	95	70				19	NIVA	1
28/09/93	1	6,4	151,0		9,4	26,0			145	115	105					NIVA	1
26/10/93	1	6,6				6,6		100								MVA	1
12/04/94	1	5,7				19,2										HIA	A1
22/04/94	1	6,0				23,9	35,2	10								HIA	A1
28/04/94	1	6,6				17,5	33,6	10								HIA	A1
05/05/94	1	6,1				18,6	21,7	40								HIA	A1
17/09/93	2	5,5	21,2	31	10,9	47,0			560	470	40			7	NIVA	2	
28/09/93	2	5,9	163,0		10,0	39,0			315	275	85				NIVA	2	
26/10/93	2	6,5				4,2		110							MVA	2	
16/09/93	3	5,6	19,4	21	9,6	36,0			285	270	65			7	NIVA	3	
28/09/93	3	5,5	160,0		10,3	35,0			320	285	70				NIVA	3	
26/10/93	3	6,0				10,3		80							MVA	3	
12/04/94	4	5,4						100							HIA	A2	
22/04/94	4	5,9				15,9	26,3								HIA	A2	
28/04/94	4	6,6				16,6	28,3	50							HIA	A2	
05/05/94	4	6,0				18,2	21,4								HIA	A2	
12/04/94	5	4,6				13,4		80							HIA	A2	
28/04/94	5	5,8				16,5	17,6	20							HIA	A3	
28/04/94	5	6,3				14,3	18,4	30							HIA	A3	
05/05/94	5	5,9				12,8	12,7								HIA	A3	
14/07/88	6	5,0	9,3									3	356	451	25	NIVA	3

Vedlegg B. Primærdata

Vedlegg B. Primaerdata

Dato	St	pH	Kond mS/m	Alk-E µekv/l	Ca mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l	Tot-Al µg/l	RAL-s µg/l	RAL-u µg/l	ILAL-u µg/l	TOT-P ug/l	NO3N ug/l	TOT-N ug/l	Farge mg Pt/l	Innsamlet av:	Oppr. st. nr
09/09/88	6	5,0	7,8									5	332	643	35	NIVA	3
27/09/88	6	5,1	7,1									4	530	560	50	NIVA	3
14/10/88	6	4,9	7,5									5	350	900	55	NIVA	3
07/11/88	6	5,2	7,6									4	316	545	45	NIVA	3
04/04/89	6	5,1	9,4									2	292	531	35	NIVA	3
08/05/89	6	5,0	9,9									3	422	521	15	NIVA	3
12/04/94	6	4,6			10,6			90								HIA	A5
22/04/94	6	5,4			10,8		17,3	30								HIA	A5
28/04/94	6	6,2			10,6		16,4	60								HIA	A5
05/05/94	6	4,9			12,5		6,7	20								HIA	A5
12/04/94	7	5,6						20								HIA	A4
22/04/94	7	5,3			10,5		17,1									HIA	A4
28/04/94	7	6,2			12,0		16,4	60								HIA	A4
05/05/94	7	4,9			11,1		11,4									HIA	A4
14/07/88	8	5,1	8,7									3	329	454	25	NIVA	4
09/09/88	8	5,1	7,7									5	302	621	50	NIVA	4
27/09/88	8	5,1	6,8									3	320	530	50	NIVA	4
14/10/88	8	5,0	7,3									2	310	810	50	NIVA	4
07/11/88	8	5,8	100,3									5	281	515	50	NIVA	4
04/04/89	8	5,2	9,0									2	343	433	40	NIVA	4
08/05/89	8	5,4	14,2									3	332	401	20	NIVA	4
16/09/93	8	6,4	11,6	56	4,9	11,0			160	135	105				19	NIVA	4
12/04/94	8	5,0				10,5		30								HIA	A6
22/04/94	8	6,0			10,3	16,5										HIA	A6
28/04/94	8	6,8			11,1	16,5		120								HIA	A6
05/05/94	8	5,7			11,5	10,5										HIA	A6
26/10/93	10	4,5			3,8			900								MVA	5
01/07/88	11	3,5	43,3									6	33	2164		MVA	B8
06/07/88	11	3,8	41,7									142	6460	11650		MVA	B8
10/08/88	11	3,4	61,8									5	392	1615		MVA	B8
24/08/88	11	3,4	61,8									5	392	1615		MVA	B8
13/04/89	11	3,6	57,6									34	500	1643		MVA	B8

Vedlegg B. Primaerdata

Vedlegg B. Primærdata

Dato	St	pH	Kond mS/m	Alk-E µekv/l	Ca mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l	Tot-Al µg/l	RAL-s µg/l	RAL-u µg/l	ILAL-u µg/l	TOT-P ug/l	NO3N ug/l	TOT-N ug/l	Farge mg Pt/l	Innsamlet av:	Oppr. st. nr
24/09/93	11	3,8				150,0		21700								MVA	6
26/10/93	12	3,9				58,3		10970								MVA	7
15/10/93	13	4,3				79,5		22500								MVA	16
26/10/93	13	4,2				70,8		26600								MVA	16
09/05/88	14	4,0	77,8									6		3443		MVA	B7
01/07/88	14	3,9	96,9									6	2264	4837		MVA	B7
06/07/88	14	4,0	82,7									38	2611	4215		MVA	B7
10/08/88	14	3,5	105,2									6	2342	3804		MVA	B7
24/08/88	14	3,5	105,2									6	2342	3804		MVA	B7
13/04/89	14	3,7	57,8									3	1068	1816		MVA	B7
24/09/93	14	4,1				147,0		35400								MVA	10
26/10/93	14	4,0				75,0		30400								MVA	10
06/07/88	15	5,3	36,7									38	1696	4480		MVA	B9
10/08/88	15	6,0	12,5									20	218	1288		MVA	B9
24/08/88	15	6,0	12,5									20	218	1288		MVA	B9
13/04/89	15	6,2	12,0									19	268	1008		MVA	B9
26/10/93	15	6,4				2,5		680								MVA	8
15/10/93	16	4,4						3430								MVA	18
09/05/88	20	3,8	54,1									12		2261		MVA	B5
01/07/88	20	3,4	61,3									15	92	1291		MVA	B5
06/07/88	20	3,9	48,8									32	780	3750		MVA	B5
14/07/88	20	4,5	13,3									2	550	627	10	MVA	B5
10/08/88	20	4,1	88,3									13	229	3282		MVA	B5
24/08/88	20	4,1	88,3									13	229	3282		MVA	B5
09/09/88	20	4,6	14,3									2	511	799	5	MVA	B5
13/04/89	20	3,9	62,1									5	340	1441		MVA	B5
24/09/93	20	3,8				343,0		47000								MVA	11
15/10/93	20	4,3				80,8		71000								MVA	11
26/10/93	20	4,4				358,0		47800								MVA	11
10/05/94	20	6,4	38,0			338,8	10,6									HIA	3
10/05/94	20	4,1	76,0			337,8										HIA	4a
10/05/94	20	4,2	73,0													HIA	4b

Vedlegg B. Primærdata

Vedlegg B. Primærdata

Dato	St	pH	Kond mS/m	Alk-E µekv/l	Ca mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l	Tot-Al µg/l	RAL-s µg/l	RAL-u µg/l	ILAL-u µg/l	TOT-P ug/l	NO3N ug/l	TOT-N ug/l	Farge mg Pt/l	Innsamlet av:	Oppr. st. nr
16/05/94	20	3,8	74,0			271,4	8,8	10								HIA	4a
16/05/94	20	4,2	85,0														4b
24/09/93	21	4,3				74,0		4720								MVA	12
26/10/93	21	5,2				41,3		3320								MVA	12
10/05/94	21	5,4	65,0					30								HIA	2
16/05/94	21	5,5	81,0					29200								HIA	2
24/09/93	22	4,1				13,3										MVA	13
10/05/94	22	4,1	56,0			117,4										HIA	1
16/05/94	22	4,0	50,0			196,6	27,9	10								HIA	1
15/10/93	23	4,4				92,5		29100								MVA	14
26/10/93	23	4,5				95,8		25800								MVA	14
24/09/93	24	3,7				910,0		36100								MVA	15
24/09/93	25	3,9				87,5		2450								MVA	17
17/09/93	26	3,6	158,0			119,0			74000	75000	230					NIVA	11
17/09/93	27	5,5	65,8	1380	18,0	85,0			2900	2800	1400			29		NIVA	12
15/10/93	30	4,8						1590							1000	MVA	9
26/10/93	30	4,9				16,7		2050								MVA	9
12/04/94	31	4,4						50								HIA	B1
22/04/94	31	5,2				8,3	17,6	20								HIA	B1
28/04/94	31	5,8				8,9	16,1	30								HIA	B1
05/05/94	31	4,5				9,7	10,9	50								HIA	B1
12/04/94	32	5,0				8,8		40								HIA	C
22/04/94	32	5,6				9,2	15,1									HIA	C
28/04/94	32	5,9				9,2	14,3									HIA	C
05/05/94	32	4,7				8,5	8,9									HIA	C
12/04/94	33	4,2														HIA	C
22/04/94	33	5,0				8,0	14,8									HIA	B2
28/04/94	33	4,9				9,6	14,1									HIA	B2
05/05/94	33	4,8				10,6	8,5	40								HIA	B2
09/05/88	41	5,2	4,8											304		HIA	B2
01/07/88	41	6,5	13,5									13				MVA	B1
06/07/88	41	6,4	11,6									129	386	1210		MVA	B1
												188	862	2084		MVA	B1

Vedlegg B. Primærdata

Vedlegg B. Primærdata

Dato	St	pH	Kond mS/m	Alk-E µekv/l	Ca mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l	Tot-Al µg/l	RAL-s µg/l	RAL-u µg/l	ILAL-u µg/l	TOT-P ug/l	NO3N ug/l	TOT-N ug/l	Farge mg Pt/l	Innsamlet av:	Oppr. st. nr
14/07/88	41	5,7	15,6									8	609	1695	40	MVA	B1
10/08/88	41	6,0	8,9									130		1288		MVA	B1
24/08/88	41	6,0	8,9									130		1288		MVA	B1
09/09/88	41	5,9	12,6									22	1230	1580	45	MVA	B1
13/04/89	41	5,9	9,6									57	590	1095		MVA	B1
01/07/88	42	6,6	13,8									146	433	840		MVA	B1B
06/07/88	42	6,3	23,9									2154	<5	12340		MVA	B1B
10/08/88	42	6,5	20,6									224		2693		MVA	B1B
24/08/88	42	6,5	20,6									224		2693		MVA	B1B
13/04/89	42	6,5	15,5									594	431	4152		MVA	B1B
09/05/88	43	6,7	10,0									95		1114		MVA	B2
01/07/88	43	6,8	13,4									120	433	1173		MVA	B2
06/07/88	43	6,5	11,9									170	1130	2325		MVA	B2
14/07/88	43	5,6	14,6									7	2207	3345	65	MVA	B2
10/08/88	43	6,7	9,2									156	272	1485		MVA	B2
24/08/88	43	6,7	9,2									156	272	1485		MVA	B2
13/04/89	43	5,7	10,1									59	590	1095		MVA	B2
09/05/88	44	4,5	40,4									6		3205		MVA	B3
09/05/88	44	4,5	40,1									5		3105		MVA	B3
01/07/88	44	4,8	47,6									4	2593	3098		MVA	B3
06/07/88	44	4,4	44,1									97	2760	4180		MVA	B3
14/07/88	44	5,0	9,3									3	356	451	25	MVA	B3
10/08/88	44	6,4	36,2									9	3567	3739		MVA	B3
24/08/88	44	6,4	36,2									9	3567	3739		MVA	B3
09/09/88	44	5,0	7,8									5	332	643	35	MVA	B3
13/04/89	44	4,6	24,1									9	1522	1845		MVA	B3
09/05/88	45	5,9	9,7									15		1181		MVA	B6

Vedlegg B. Primærdata

Vedlegg C. Middelveier, median, maks/min og standard avvik.

Dato	Stasjon	pH	Kond mS/m	Alk-E µekv/l	Ca mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l	Tot-Al µg/l	RAL-s µg/l	RAL-u µg/l	ILAL-u µg/l	TOT-P ug/l	NO3N ug/l	TOT-N ug/l	Farge mg Pt/l
Mid	1	5,9	25,2	171	9,6	19,5	30,2	40	130	105	88	12	752	1273	44
Median	1	6,0	14,6	171	9,6	19,2	33,6	25	130	105	88	12	782	1434	48
Min	1	5,1	7,7	171	9,4	6,6	21,7	10	115	95	70	3	302	454	19
Max	1	6,6	151,0	171	9,7	26,0	36,2	100	145	115	105	22	1230	1755	70
N	1	17	12	1	2	7	3	4	2	2	2	10	9	10	10
SD	1	0,5	39,7		0,2	6,6	7,4	42	21	14	25	6	314	462	16
Mid	2	5,9	92,1	31	10,5	30,1		110	438	373	63				7
Median	2	5,9	92,1	31	10,5	39,0		110	438	373	63				7
Min	2	5,5	21,2	31	10,0	4,2	0,0	110	315	275	40	0	0	0	7
Max	2	6,5	163,0	31	10,9	47,0	0,0	110	560	470	85	0	0	0	7
N	2	3	2	1	2	3	0	1	2	2	2	0	0	0	1
SD	2	0,5	100,3		0,6	22,8			173	138	32				
Mid	3	5,7	89,7	21	10,0	27,1		80	303	278	68				7
Median	3	5,6	89,7	21	10,0	35,0		80	303	278	68				7
Min	3	5,5	19,4	21	9,6	10,3	0,0	80	285	270	65	0	0	0	7
Max	3	6,0	160,0	21	10,3	36,0	0,0	80	320	285	70	0	0	0	7
N	3	3	2	1	2	3	0	1	2	2	2	0	0	0	1
SD	3	0,2	99,4		0,5	14,6			25	11	4				
Mid	4	6,0				16,9	25,3	75							
Median	4	6,0				16,6	26,3	75							
Min	4	5,4	0,0	0	0,0	15,9	21,4	50	0	0	0	0	0	0	0
Max	4	6,6	0,0	0	0,0	18,2	28,3	100	0	0	0	0	0	0	0
N	4	4	0	0	0	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0
SD	4	0,5				1,2	3,6	35							
Mid	5	5,7				14,2	16,2	43							
Median	5	5,9				13,9	17,6	30							
Min	5	4,6	0,0	0	0,0	12,8	12,7	20	0	0	0	0	0	0	0

Vedlegg C. Middelveier, median, maks/min og standard avvik.

Vedlegg C. Middelveidier, median, maks/min og standard avvik.

Dato	Stasjon	pH	Kond ms/m	Alk-E µekv/l	Ca mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l	Tot-Al µg/l	RAL-s µg/l	RAL-u µg/l	ILAL-u µg/l	TOT-P ug/l	NO3N ug/l	TOT-N ug/l	Farge mg Pt/l
Max	5	6,3	0,0	0	0,0	16,5	18,4	80	0	0	0	0	0	0	0
N	5	4	0	0	0	4	3	3	0	0	0	0	0	0	0
SD	5	0,7				1,6	3,1	32							
Mid	6	5,1	8,4			11,1	13,5	50				4	371	593	37
Median	6	5,0	7,8			10,7	16,4	45				4	350	545	35
Min	6	4,6	7,1	0	0,0	10,6	6,7	20	0	0	0	2	292	451	15
Max	6	6,2	9,9	0	0,0	12,5	17,3	90	0	0	0	5	530	900	55
N	6	11	7	0	0	4	3	4	0	0	0	7	7	7	7
SD	6	0,4	1,1			0,9	5,9	32				1	81	147	14
Mid	7	5,5				11,2	15,0	40							
Median	7	5,5				11,1	16,4	40							
Min	7	4,9	0,0	0	0,0	10,5	11,4	20	0	0	0	0	0	0	0
Max	7	6,2	0,0	0	0,0	12,0	17,1	60	0	0	0	0	0	0	0
N	7	4	0	0	0	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0
SD	7	0,5				0,8	3,1	28							
Mid	8	5,5	20,7	56	4,9	10,9	14,5	75	160	135	105	3	317	538	38
Median	8	5,3	8,9	56	4,9	11,0	16,5	75	160	135	105	3	320	515	45
Min	8	5,0	6,8	56	4,9	10,3	10,5	30	160	135	105	2	281	401	19
Max	8	6,8	100,3	56	4,9	11,5	16,5	120	160	135	105	5	343	810	50
N	8	12	8	1	1	5	3	2	1	1	1	7	7	7	8
SD	8	0,6	32,3			0,5	3,5	64				1	21	140	14
Mid	3-8	5,5	23,7	39	8,3	14,6	16,9	56	255	230	80	4	344	565	36
Median	3-8	5,4	9,0	39	9,6	11,8	16,5	55	285	270	70	3	331	531	38
Min	3-8	4,6	6,8	21	4,9	10,3	6,7	20	160	135	65	2	281	401	7
Max	3-8	6,8	160,0	56	10,3	36,0	28,3	120	320	285	105	5	530	900	55
N	3-8	38	17	2	3	22	15	14	3	3	3	14	14	14	16
SD	3-8	0,6	41,5	25	2,9	7,2	5,6	33	84	83	22	1	63	141	15

Vedlegg C. Middelveidier, median, maks/min og standard avvik.

Vedlegg C. Middelvordier, median, maks/min og standard avvik.

Dato	Stasjon	pH	Kond mS/m	Alk-E µekv/l	Ca mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l	Tot-Al µg/l	RAL-s µg/l	RAL-u µg/l	ILAL-u µg/l	TOT-P ug/l	NO3N ug/l	TOT-N ug/l	Farge mg Pt/l
Mid	10-14	3,8	72,0			83,5		21210				23	1840	3691	
Median	10-14	3,9	61,8			75,0		22500				6	1666	3443	
Min	10-14	3,4	41,7	0	0,0	3,8	0,0	900	0	0	0	3	33	1615	0
Max	10-14	4,5	105,2	0	0,0	150,0	0,0	35400	0	0	0	142	6460	11650	0
N	10-14	18	11	0	0	7	0	7	0	0	0	11	10	11	0
SD	10-14	0,3	23,1			51,2		11791				41	1899	2893	
Mid	15	6,0	18,4			2,5		680				24	600	2016	
Median	15	6,0	12,5			2,5		680				20	243	1288	
Min	15	5,3	12,0	0	0,0	2,5	0,0	680	0	0	0	19	218	1008	0
Max	15	6,4	36,7	0	0,0	2,5	0,0	680	0	0	0	38	1696	4480	0
N	15	5	4	0	0	1	0	1	0	0	0	4	4	4	0
SD	15	0,4	12,2									9	731	1648	
Mid	20-27	4,3	65,9	1380	68,5	267,2	15,8	22811	38450	38900	815	12	390	2092	261
Median	20-27	4,1	65,0	1380	68,5	117,4	10,6	25800	38450	38900	815	13	340	1851	20
Min	20-27	3,4	13,3	1380	18,0	13,3	8,8	10	2900	2800	230	2	92	627	5
Max	20-27	6,4	158,0	1380	119,0	1100,0	27,9	71000	74000	75000	1400	32	780	3750	1000
N	20-27	29	19	1	2	17	3	13	2	2	2	8	7	8	4
SD	20-27	0,7	31,0		71,4	303,2	10,6	23235	50275	51053	827	10	236	1224	493
Mid	30	4,8				16,7		1820							
Min	30	4,8	0,0	0	0,0	16,7	0,0	1590	0	0	0	0	0	0	0
Max	30	4,9	0,0	0	0,0	16,7	0,0	2050	0	0	0	0	0	0	0
N	30	2	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0
SD	30	0,1						325							
Mid	31-33	5,0				9,1	13,4	38							
Median	31-33	5,0				9,1	14,3	40							
Min	31-33	4,2	0,0	0	0,0	8,0	8,5	20	0	0	0	0	0	0	0
Max	31-33	5,9	0,0	0	0,0	10,6	17,6	50	0	0	0	0	0	0	0
N	31-33	12	0	0	0	10	9	6	0	0	0	0	0	0	0

Vedlegg C. Middelvordier, median, maks/min og standard avvik.

Vedlegg C. Middelveidier, median, maks/min og standard avvik.

Dato	Stasjon	pH	Kond mS/m	Alk-E µekv/l	Ca mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l	Tot-Al µg/l	RAL-s µg/l	RAL-u µg/l	ILAL-u µg/l	TOT-P ug/l	NO3N ug/l	TOT-N ug/l	Farge mg Pt/l
SD	31-33	0,5				0,8	3,2	12							
Mid	40-45	5,9	18,5									165	1207	2349	42
Median	40-45	6,0	13,5									77	600	1638	40
Min	40-45	4,4	4,8	0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0	3	272	304	25
Max	40-45	6,8	47,6	0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0	2154	3567	12340	65
N	40-45	30	30	0	0	0	0	0	0	0	0	30	20	30	5
SD	40-45	0,8	12,3									394	1113	2198	15

Vedlegg C. Middelveidier, median, maks/min og standard avvik.