

3-media direktefiltrering ved Aurevann vannbehandlingsanlegg

Av Jens Arne Ohren

Jens Arne Ohren er sivilingeniør og har eget firma innen vannkvalitet og vannbehandling.

Innlegg på fagtreff 20. september 1999.

1. Innledning

Det opprinnelige Aurevann vannbehandlingsanlegg ble utbygget i 1963 med mikrosiling, ozonering og kalktilsetning. Behandlingsanlegget har hele tiden gitt utilfredsstillende vannkvalitet med bl.a. svært høyt humusinnhold og kintall. For å bedre vannkvaliteten ble det vedtatt en utbygging med direktefiltrering og slambehandling.

2. Forsøk med direktefiltrering

2.1. Generelt

Før prosjektering av Aurevann vann-

behandlingsanlegg startet, ble det bygget et stort forsøksanlegg på Aurevann med 3-media direktefiltrering med kapasitet på over 180 m³/h. Her ble det gjennomført omfattende forsøksvirksomhet.

2.2. Resultater med direktefiltrering

Forsøksanlegget ble belastet med en filterhastighet på 10, 15, 18 og 20 m/h, og resultatene som ble oppnådd ses nederst på siden.

Turb. filt. angir turbiditet i filtrert vann som er meget lav og ned mot deteksjonsgrensen for analysemetoden.

PARAM.	ENHET	FILTRERT OG pH-JUSTERT				VANN
HASTIGHET	m/h	10	15	18	18	20
TURB FILT.	FTU	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05
TURB ALK.	FTU	0,04	0,09	0,11	0,06	0,05
FARGE U.F.	mg Pt/l	1,9	2,9	4,8	4,8	4,5
pH RENTV.	pH	7,7	7,8	7,6	7,7	7,9
ALKALITET	mmol/l	0,14	0,6	0,6	0,6	0,6
KALSIUM	mg Ca/l	9,4	18,1	18	20	17,1
JERN	mg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
MANGAN	mg/l	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02
ALUMINIUM	µg Al/l	14	25	56	35	50
TOC	mg/l	2,35	2,4	2,4	2,05	2,48
KOF	mg/l	1,5	1,9	2,35	2,1	2,0

Råvannet hadde turbiditet på under 0,5 FTU, fargetall på ca. 30 mg Pt/l, aluminium- og jerninnhold på hhv. ca. 100 på 70 µg/l.

Lav turbiditet er svært viktig fordi det gir god avskilling av urenheter generelt og partikulært materiale, jern, bakterier (og andre mikroorganismer), i noen grad aluminium, m.v. spesielt. Turb. alk. angir turbiditet i direktefiltrert vann tilsatt hydratkalk. Resultatene er lave, men influerer i noen grad av partikulært materiale fra den tilsatte kalkoppløsningen. Farge u.f. angir ufiltrert farge og influeres også noe fra den tilsatte kalkoppløsningen, som inneholder noe finere kalkpartikler. Disse kalkpartiklene oppløses og sedimenterer etterhvert i basseng og ledningsnett og reduserer turbiditet og fargetall. Også aluminiumsinnholdet er lavt og indikerer optimal fellings-pH. Videre er innholdet av jern og mangan også meget lavt.

2.3. Resultater med kullpulver-dosering og direktefiltrering.

Råvann ble tilsatt varierende mengder kullpulver (PAC) fra 8 og til 56 mg/l og kjemikalier som aluminiumsulfat, polymer, karbondioksid og hydratkalk, og gjennomgikk deretter 3- media direktefiltrering med filterhastighet på 15 m/h.

Råvannet var i hovedsak som

angitt nedenfor. Fra resultatene ses det at on-line turbiditetsverdiene er 0,04 - 0,06 FTU som er svært lave, og øker ikke nevneverdig med høyere dosering av PAC. Turbiditetsverdiene målt i lab er 0,08 FTU som også er relativt lave og øker ikke med økt dosering. Ufiltrert farge er også relativt lav og øker ikke med høyere dosering. Utenom resultatene ved laveste dosering av PAC på 8 mg/l, er innholdet av aluminium også lave. KOF og TOC er også lave og reduseres ved økt dosering som trolig har sammenheng med økt adsorpsjon av organiske forbindelser ved økt dosering av PAC. Driftstiden for filterene reduseres ikke ved doseringer av PAC på inntil 29 mg/l. Ved doseringer på 59 mg/l av PAC reduserte driftstiden for filterene med 20 %.

En dosering av 20 mg/l av PAC har i laboratorieforsøk vist reduksjoner på 83 til 95 % av geosmin etter kontaktid og kjemikalietylsetting. 3- media direktefiltrering kan derfor kombineres med periodevis dosering av PAC. Anlegg for periodevis dosering av PAC kan bygges for under 1 % av anleggskostnadene for granulert aktiv kull (GAC). Dosering av store mengder kullpulver over lengre tid er imidlertid kostbart.

DOSERING	mg/l	8	14	29	36	56
TURB. ONLINE	FTU	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06
TURB. LAB.	FTU	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
FARGE U.F.	Mg Pt/l	3,3	3,5	3,7	2,6	3,1
ALUMINIUM	ug Al/l	100	50	60	60	60
KOF	Mg O ₂ /l		1,95	1,65	1,6	1,65
TOC	Mg C/l	2,1	1,9	1,7	1,5	1,6

3. Det nye Aurevann vannbehandlingsanlegg

3.1. Generelt.

Aurevann Vannbehandlingsanlegget var ferdig bygget i januar 1999 med VBB Samfunnsteknikk som hovedkonsulent og J.A.Ohren som prosjekteringsleder. Anlegget er det største direktefiltreringsanlegget og fellingsanlegget som hittil er bygget i Norge. Det har en kapasitet på 3.500 m³/h med direktefiltrering, og 3.500 m³/h med grovfiling, desinfeksjon og pH-justering.

3.2. Prosessene

Vann- og slambehandlingen med direktefiltrering omfatter følgende prosesser:

- Reduksjon av lukt og smak ved dosering av kullpulver (foreløpig ikke installert).
- Økning av alkalitet og kalsiuminnhold ved tilsetning av hydratkalk og karbondioksid.
- Koagulering ved tilsetning av aluminiumsulfat og polymer.
- Flokkulering og kontakttid.
- 3-media direktefiltrering.
- Desinfeksjon ved tilsetning av klor og klorkontakt.
- pH-justering til pH 8 - 8,5 ved tilsetning av hydratkalk.
- Slamfortykking og retur av spylevann.
- Avvanning med sentrifuger

I vannkilden kan periodevis lukt og smak fra organiske mikroforurensninger forekomme. Vannbehandlingsprosessen kan redusere disse lukt- og smaksstoffene ved tilsetning av kullpulver.

Direktefilteranlegget, slamfortykkingen, kjemikaliedoseringene har to uavhengige behandlingslinjer.

3.3. Beskrivelse av anlegget

3.3.1. Generelt

Vannbehandlingsanlegget ble satt i drift i februar 1999, og har forsynt forbrukerne siden mars 1999 med stabil og bra rentvannskvalitet.

Hele hovedvannstrømmen med innløp, vannmengderegulering, kjemikalietilsetning, flokkulering, filtrering, spyleslamutjevning, slamfortykking, utjevningssjø m.v. ligger inne fjellet etter utsprenning av ca. 18.000 m³ fjell. Kalksiloe, kalkberedning, kalkdosering, aluminiumsulfatdosering, slamavvanning og slamutlasting m.v. ligger i et bygg i dagen.

3.3.2. Innløp til behandlingsanlegget

Råvannet tas fra Aurevann og føres med selvfølgelig gjennom eksisterende råvannstunnel og betongpropp (som tidligere). Råvannet ledes videre i eksisterende råvannsledning og gjennom en reguleringsventil til ny filterhall. Før filterhallen fordeles vannet til to behandlingslinjer med direktefiltrering og gjennom elektromagnetiske vannmålere for styring av doseringene.

Før flokkulering/kontakttid er det etablert et nødoverløp for å hindre oversvømmelse.

3.3.3. Kjemikalieinnblanding, flokkulering og kontakttid

Etter Ringkolbenventilen tilsettes råvannet karbondioksid, kalk, aluminiumsulfat og renses spyleslam og gjen-

nomgår omrøring. Alle kjemikaliene og rensed spyleslam doseres proporsjonalt med vannmengden, mens kalktilsetningen overstyres i tillegg etter pH-verdien etter doseringen. Tilsetningen av rensed spylevann styres i tillegg etter nivåene i bassengene for rensed spyleslam.

I hver av de to behandlingslinjene føres vannet gjennom to basseng for flokkulering og kontakttid med propellomrørere med innstillbar hastighet. Hver av de to bassengene kan enkeltvis manuelt utkobles, og tilpasses ønsket reaksjonstid.

Etter flokkulering- og kontakttidsbassengene tilsettes vannet polymer i et basseng med omrøring.

3.3.4. Filteranlegget

Etter polymertilsetningen føres vannet gjennom en innløpskanal for hver linje, og videre parallelt inn på fire filtre i hver linje, og nedstrøms gjennom disse. Rent vann trekkes av gjennom et rørsystem i bunnen av filterne, og ledes gjennom en reguleringsventil, en elektromagnetisk vannmengdemåler og en pneumatisk utløpsventil, og videre til en felles utløpskanal for alle filterne. Reguleringsventilen holder et konstant vannnivå over filtermaterialet, og fordele vannmengden jevnt mellom filterne.

Hvert filter er utstyrt med differansestrykkmåler for måling av akkumulert slam, og turbiditetsmåler for måling av partikkelinnholdet i rentvannet.

Akkumulert slam holdes tilbake i filtermaterialet. Når filtermaterialet er fylt med slam, tilbakespyles filterne individuelt først med luft og deretter med

råvann. Spylevannet tas fra eksisterende ledning i rørtunnelen og går gjennom reguleringsventil og vannmåler. Urent spylevann (spyleslam) føres til spyleslambassengene under filterne.

Filteranlegget har to linjer, hver med 4 stk 3-mediafiltre med filterstørrelse på 33,3 m² og et totalt filterareal på 266 m². Anlegget er dimensjonert for en maksimal filterhastighet på 15 m/h ved ett filter i spyling, og 17,5 m/h ved ett filter ute av drift og ett filter i spyling.

Denne behandlingen foregår i den nye filterhallen, og til en viss grad i rørtunnelen inne fjellet.

3.3.5. Kjemikaliedoseringsanlegget

Kjemikaliesystemet omfatter lagring, beredning og dosering av følgende kjemikalier:

- Kullpulver (periodevis, foreløpig ikke permanent installert)
- Karbondioksid
- Kalk
- Aluminiumsulfat
- Polymer
- Klor

Kullpulver, karbondioksid, kalk og aluminiumsulfat beredes og doseres fra kjemikaliebygget, mens polymer beredes og doseres fra eksisterende kjemikaliehall. Klor doseres fra separat rom nær utjevningsbassengene.

3.3.6. Slambehandling

Spyleslam fra filterne føres med selvfall til 2 stk utjevningsbasseng (spyleslambasseng) under filterne. Herfra pumpes spyleslammet med to sentrifugalpumper til fire gravitasjons-

fortykkere, og tilsettes polymer proporsjonalt med spyleslammengden. Pumpingen skjer proporsjonalt med vannmengden gjennom anlegget, overstyrt av nivået i bassengene. Spyleslambassengene er utstyrt med strømsettere for å redusere sedimentering av slam, og med nivåålere. I slamfortykkerne stiger rensset vann opp mot overflaten, trekkes av med renner på toppen av fortykkerne, og ledes videre til to utjevningbasseng (basseng for rensset spylevann) under filterne. Disse bassengene mottar også førstefiltrat, og det vannvolumet som ligger over filtermaterialet før spylingen starter. Rensset spyleslam pumpes tilbake til råvannet før filterne, proporsjonalt med vannmengden gjennom anlegget, og overstyrt etter vannivået i bassengene.

I fortykkerne synker slammet til bunns, og pumpes til en slamlagertank utstyrt med dekanter i kjemikaliebygget. Her tilsettes slammet polymer, og pumpes til sentrifuge for avvanning. Avvannet slam transporteres til 2 stk

containere og kjøres til videre behandling.

Rejektvannet fra sentrifugene føres til en mindre sedimenteringstank (rejektvannsbasseng) og til elva, mens sedimentet pumpes til slamlageret.

3.3.7. Nødvann

Tidligere vannbehandlingslinje med råvannsinnløp, grovsiling, klor-desinfeksjon og kalktilsetning vil bli opprettholdt i framtiden og vil bli benyttet til forsyning i nødstilfeller. Ozonering vil imidlertid ikke bli benyttet.

3. Resultater

3.1. Resultater vannbehandling.

I de ca. 7 månedene anlegget har vært i drift har det gitt stabil og bra rentvannskvalitet. Resultatene nedenfor er oppnådd fra direktefilterne.

Dataene er foreløpig ikke bearbeidet statistisk. For turbiditet er det angitt målinger fra kontinuerlig turbidimetre (manuelle lab-målinger gir noe høyere verdier).

PARAM.	ENHET	RÅVANN	RENTVANN
TURB FILT.	FTU	0,3- 0,7	0,03 – 0,05
FARGE	mg Pt/l	55 – 65	3 – 6
JERN	µg/l	140	<30
ALUMINIUM	µg Al/l	180- 225	50 – 80
KOF	mg/l	8 – 9,5	1,2 – 2,3
MANGAN	µg/l	20- 40	10 – 30
PH-verdi			7,8 - 8,5
TOC	mg/l	8	1,5 – 2
KALSIUM	mg/l	3	20
ALKALITET	mmol/l	0,1	0,7 – 0,8
FOSFOR	µg/l	4	1 - 2

3.2. Slam

Basert på noen få prøver er følgende resultater oppnådd for slambehandlingen:

		RÅV.	RENTV.	SPYLS.	RENTSET	RENSEF.	FORT.	FORT.
					SPYLS.	SPYLS.	SPYLS	GRAD
		INN	UT	INN	UT	%	UT	
KOF	mg/l	8,5	1,4	100	4	96,0	3800	38
JERN	mg/l	0,14	0,03	1,7	0,03	98,2	98	58
MANGAN	mg/l	0,03	0,01	0,2	0,02	90,0	10,4	52
ALUM	mg/l	0,2	0,088	69	4	94,2	2300	33

De få prøvene er noe lite til å bedømme prosessen. Resultatene er likevel interessante og viser følgende:

- Avskillingen i slamfortykkningen er over 90 % og meget bra.
- Det fortykkete slammet har opp til 2,5 % innhold av tørrstoff som er meget høyt.
- Oppkonsentrasjonen gjennom fortykkerne er 35 – 60 ganger.
- Returnpumpingen tilbake til råvannet er over 95 %.
- Slamtilførsel til sentrifuga er under 0,15 % av råvannsmengden.
- Avvanningen gir tørrstoffinnhold på over 15 %.

Følgende mengde blir generelt ført i retur i slamprosessen i forhold til vannmengdene.

	m ³ /døgn	PROSENT
PRODUSERT VANNMENGDE	28000	100
SPYLESLAM-MENGDE	1 250	4,4
SLAM TIL SENTRIFUGE	Ca. 40	Ca. 0,15

Av en vannproduksjon på 28.000 m³/døgn føres m.a.o. ca. 40 m³/døgn eller ca. 0,15 % til sentrifuga.

4. Konklusjon

Aurevann vannbehandlingsanlegg har gitt følgende resultater:

- Forsøksanlegget har vist meget bra kvalitet (turbiditet på 0,03 - 0,05 FTU, farge 2 - 5 mg Pt/l, jern under 30 ug/l, aluminium på 20 - 50 ug Al/l m.v) for filterhastigheter på inntil 20 m/h. Dette gir små filterarealer (under halvparten av en del alternative prosesser) og kostnadseffektive løsninger .
- Driften fra første halvår viser meget bra vannkvalitet med turbiditet på normalt 0,03 - 0,07 FTU, farge på 3 - 6 mg Pt/l, jerninnhold på 10 - 30 ug/l, aluminiumsinnhold på 40 - 80 ug/l.
- Behandlingsanlegget gir stabil god vannkvalitet.
- Behandlingsanlegget er "robust" mot driftsforstyrrelser.
- Behandlingsanlegget gir korte

- modningstider og raskt meget bra vannkvalitet etter tilbakespyling.
- Behandlingsanlegget gir normalt ikke økninger i turbiditet utover i filter-syklusen (for humusvann).
 - Behandlingsanlegget benyttes med over 95 % av spyleslam i retur uten at filtratkvaliteten forverres.
 - De 3 filterlagene blandes i liten grad og brytes i liten grad ned. De to plastlagene kan "komponeres" etter aktuell vannkvalitet.
 - Anlegget kan benyttes med dosering av kullpulver PAC og filterhastighet på inntil 15 m/h for reduksjon av lukt og smak, organiske mikroforurensninger, akutt forurensning, hvor 2 media filtrering vanskelig kan benyttes.
 - Slamtilførsel til sentrifuga er under 0,15 % av råvannsmengden.
 - Slammet fra sentrifuga har tørrstoffinnhold på over 15 %.