

1 FORMÅL

Dette VA/Miljø-blad beskriver hvordan korrosjonskontroll med vannglass (natriumsilikat) kan gjennomføres.

Bruk av vannglass er bare en av flere metoder for korrosjonskontroll. Se VA/Miljø-blad nr. 18 «Korrosjonskontroll».

2 BEGRENSNINGER

VA/Miljø-bladet gir en beskrivelse av bruk av metoden som baserer seg på bruk av vannglass for korrosjonskontroll. Det gis ikke detaljbeskrivelser av nødvendig utrustning.

3 FUNKSJONSKRAV

Metoden skal redusere innvendig korrosjon i ledningsnett og bidra til å redusere vannkvalitetsproblemer (brunt vann) under de rådende forhold ved at silikat reagerer med stoffer i ledningsmaterialet eller i vannet. Ved dette skal:

- Det dannes et korrosjonsbeskyttende silikatbelegg på rørveggen.
- Toverdig jern og mangan kompleksbindes slik at "brunt vann" forhindres.
- Rustbelegg og avsetninger fjernes og ventilmanøvreringen dermed forbedres.

4 LØSNINGER

4.1 GENERELT OM VANNGLASS

Vannglass er natriumsilikat ($\text{SiO}_2 \cdot \text{Na}_2\text{O}$) som er en 100 % vannløselig, fargeløs korrosjonsinhibitor som kan tilsettes vann for å redusere korrosjon og konsekvenser av korrosjon på drikkevannsnettet.

Vannglass produseres ved å blande ren kvartssand med natriumkarbonat. Blandingen varmes opp til ca. 1.400 °C (smeltes) og blir deretter avkjølt og tilsatt vann til ønsket konsentrasjon.

I konsentrert form (dvs. i doseringsløsningen) består vannglass av både monomere silikater ($\text{Si}(\text{OH})_4$) og polymere silikater (ofte ringformede strukturer, f.eks. $\text{Si}_4\text{O}_4(\text{OH})_8$, som danner polymerer av forskjellig størrelse (ved at Si bindes til OH) og som står i kjemisk likevekt med hverandre, der evt. også dimere silikater forekommer som mellomprodukt.

Konsentrasjonen av monomere og polymere

forbindelser er avhengig av $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ -forholdet i doseringsløsningen og hvor konsentrert løsningen er. Økning i løsningsens $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ -forhold medfører at både polymerkonsentrasjonen og polymerstørrelsen øker.

4.1.1 DATA OM VANNGLASS

I Norge kan vannglass leveres med noe ulik spesifisering avhengig av leverandør. Vanligvis benyttes vannglass med:

- $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ -forhold: 3,2 – 3,4
- % innhold SiO_2 (masse-%): 27 – 28
- % innhold Na_2O (masse-%): 8,1 – 8,3
- Tetthet (g/cm^3): 1350 – 1380
- pH : 11 – 12
- Viskositet (cP ved 20 °C): 50 - 100

Dersom vannet er surt (pH < 6,0) og/eller inneholder så mye CO_2 at det tilsvarer en CO_2 -aciditet > 0,25 mmol/l, benyttes vannglass med $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ på ca. 2,05 (med pH = 12,5).

4.1.2 FORSIKTIGHETSREGLER

Vannglass er alkalisk, har høy pH (11-12) og irriterer hud og øye. Ved håndtering benyttes verneutstyr som hansker og øyebeskyttelse.

Spill av vannglass gir glatte gulv. Størknet vannglass får skarpe kanter (som kan gi kuttskader).

Kan skylles bort med varmt vann, men må ikke tømmes i kloakkavløp.

4.2 VIRKEMÅTE

Når vannglass (natriumsilikat) doseres til vannet, dannes et silikatbelegg på innsiden av rørene som beskytter mot korrosjon.

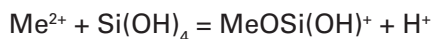
Belegget dannes over metallkorrosjonsprodukter og er selvbegrensende, dvs. at belegget ikke øker i tykkelse og vil forsvinne dersom vannglassdoseringen opphører. Dette belegget vil beskytte mot korrosjonsangrep.

Vannglass kan også reagere med divalente kation som Fe^{2+} og Mn^{2+} og kompleksbinde disse, noe som kan løse vannkvalitetsproblem (brunt vann) som følge av korrosjon eller høyt innhold av Fe^{2+} og Mn^{2+} i råvannet, ved at det dannes løselige og fargeløse $\text{Fe}(\text{II})$ - eller $\text{Mn}(\text{II})$ -komplekser. Jern og mangan vil da ikke oksideres videre og

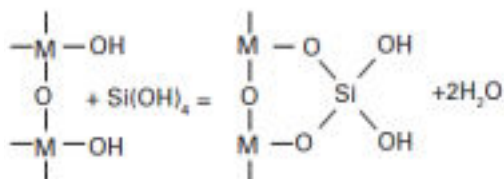
utfelling av tungt løselig jernhydroksid eller manganoksid, som vil misfarge vannet og slamme til ledningene, vil kunne unngås.

På tilsvarende måte kan silikat også reagere med og kompleksbinde rust og organiske forbindelser, og dermed løse opp og fjerne belegg og avsetninger i ledningsnett. Dette vil kunne gi renere ledninger med mindre behov for spyling, større kapasitet, lettere manøvrerbare ventiler, osv.

Dannelse av komplekser med divalente metallion (Me^{2+}) og silikat kan skrives:



Dannelsen av metall(M)-silikat belegg kan skrives:



Silikat reagerer også med kalsiumforbindelser i overflaten av sement, og danner et belegg av kalsiumsilikat som tetter porene i sementen og forhindrer utlekking fra denne.

4.2.1 VIRKNING PÅ JERNRØR

Vannglass fjerner rustknoller, korrosjonsprodukter, manganbelegg etc. som innebærer:

- Lettere ventilmanøvrering.
- Mindre friksjon (økt hydraulisk kapasitet).
- Redusert spylebehov.

Man vil også kunne redusere problemer med brunt vann pga. dannelsen av fargeløse kompleks.

Korrosjonsbeskyttelse av jernrør oppnås når silikat reagerer med jernkorrosjonsprodukter og danner et jernsilikatbelegg på røroverflaten.

Eksisterende rustlag vil over tid bli porøst over tid og ledningsnett bør derfor renses med myke rensepluggen i løpet av de første 3-6 månedene etter at vannglass-dosering er igangsatt og gjentas ca. 2 ganger i året. Se VA/Miljø-blad nr. 4 «Rengjøring med myke rensepluggen».

Det at vannglass fjerner eksisterende rustbelegg kan gi tidsbegrensede problemer med høy turbiditet og jernkonsentrasjon som igjen kan gi jernutfellinger og slamansamlinger i nettet.

Effekten av vannglass på jernrør er vannkvalitetsavhengig og best i ionefattig vann. Høy Ca^{2+} konsentrasjon kan virke negativt og likeledes variasjoner i vannkvaliteten (pH, Ca, alkalitet, SiO_2).

4.2.2 VIRKNING PÅ SEMENTBASERTE RØR

Silikat vil reagere med kalsiumforbindelser i sementen og danne et belegg av kalsiumsilikat samt utfelling av kalsiumkarbonat som fortetter

og forsterker sementoverflaten, og reduserer utvasking av kalsium fra asbestementrør og rør med innvendige sementforinger. Dette kan gi:

- Økt levetid på rørene.
- Mindre problem med pH-økning.
- Mindre utlekking av kalsium og aluminium.

Det kan imidlertid ta lang tid før tilfredsstillende belegg er dannet og vannets pH (og aluminiuminnhold) vil i enkelte tilfeller kunne være høyere enn ønsket i innkjøringsperioden.

4.2.3 VIRKNING PÅ KOBBERRØR

Når det doseres vannglass, øker pH og ved $\text{pH} > 7,5$ reduseres kobberkorrosjonen. En pH-økning til $\text{pH} = 8,5$ medfører kraftig nedsatt kobberkorrosjon. Om tilsetning av vannglass også reduserer kobberkorrosjonen ved lavere pH, er det lite kunnskap.

Man vil også oppnå reduksjon i konsentrasjonen av andre metall-ioner som brukes i armatur (f.eks. sink, bly, nikkel, krom, osv.).

Man kan oppleve problem med å oppnå tilstrekkelig høy pH som kan skyldes:

- Feil dose og/eller feil vannglass type.
- For lav råvannspH eller for godt bufret vann.
- Sure reaksjoner som senker pH.

4.3 DOSERING

I Norge benyttes, relativt sett, lave doser (10–15 mg SiO_2/l) ettersom vannglassdosen normalt styres av pH etter dosering og norsk vann har lav alkalitet slik at det bare skal lave doser til for å endre pH.

Dersom kalsiumkonsentrasjonen i vannet er høy (>10 mg Ca/l) bør vannglass ikke benyttes.

I tabell 1 er vist nødvendig vannglassdose for å nå $\text{pH} = 8,0-8,5$ i behandlet vann, som funksjon av kvaliteten på vannet det doseres til (Norsk Vann rapport 2012/2015) /3/.

4.3.1 DOSERING VED OPPSTART

For en typisk norsk vannkvalitet er det viktig å ikke begynne med for høy dose da det vil kunne føre til at belegg og avsetninger løsner ukontrollert og gir vannkvalitetsproblemer i starten. Man bør derfor starte med en lav dose (f.eks. 4-8 mg SiO_2/l) som evt. kan økes gradvis over tid (dvs. over flere måneder) inntil ønsket sluttose nås, typisk 10–15 mg SiO_2/l .

Oppstartsprosedyre

- Mål pH og silikat i springen til nærmeste abonnent før oppstart.
- Mål pH og silikat i den samme springen etter at doseringspumpen er justert etter riktig prosedyre for doseringspumpen.

Tabell 1. Nødvendig vannglassdose som funksjon av råvannskvalitet /3/.

CO ₂ - Aciditet [mmol/l]	Vannglassdose: [mg SiO ₂ /l]			Alkalitet [mmol/l]	Vannglassdose: [mg SiO ₂ /l]		
	pH = 5,0	pH = 5,5	pH = 6,0		pH = 6,5	pH = 7,0	pH = 7,5
0,05	S: 5	S: 5	S: 5	0,05	S: 5	uaktuelt	uaktuelt
0,15	S: 13	S: 13	S: 12	0,15	S: 15	uaktuelt	uaktuelt
0,25	G: 15	G: 14	G: 12	0,25	G: 16	S: 8	uaktuelt
0,35	G: 20	G: 20	G: 16	0,35	G: 22	S: 10	uaktuelt
0,45	G: 26	G: 25	G: 21	0,45	i.a	S: 13	uaktuelt
0,55	i.a	i.a	G: 26	0,55	i.a	G: 20	S: 5

S: Standard type vannglass med SiO₂: Na₂O forhold på ca. 3,2.

G: Vannglass med høyere andel base der SiO₂: Na₂O forholdet er ca. 2,05.

i.a: Angir at vannglassdosering ikke er aktuelt fordi det krever for høy dose. Fjerning av CO₂ og/eller dosering av annen base i tillegg vil være påkrevet for å kunne benytte vannglass.

uaktuelt: Uaktuelt å benytte vannglass fordi dosen blir for lav (< 5 mg SiO₂/l).

- Riktig dosering den første uken bør være maksimalt 10 g SiO₂/m³ i tillegg til den mengden silikat som er i vannet det skal doseres til.

4.3.2 VEDLIKEHOLDSDOSERING

Normalt er vedlikeholdsdoseringen mellom 10 og 15 g SiO₂/m³.

Vedlikeholdsdoseringen kan starte når pH er stabil over hele ledningsnettet og silikatmengden på nettet er lik den doserte silikatmengden.

4.4 NØDVENDIG UTSTYR

Nødvendig utstyr er skjematisk vist i figur 1.

4.4.1 DOSERINGSUTSTYR

Nødvendig utstyr for dosering av vannglass er:

- Doseringspumpe m/fleksibel doseringsslange i PE-materiale.
- Doseringsventil m/injeksjonslansje.
- Lagertank
- Styringsenhet for dosering proporsjonalt med vannmengde.

Det må sørges for god kjemikalieinnblanding.

Doseringspumper

Membranpumper:

- Pumpehode for høyviskøse væsker.
- Membran i materiale hypalon eller viton.
- Kuler skal være av plast.

Slangepumper:

Egner seg godt til dosering av vannglass.

Lagertank

Materialet i tanken må tåle lut og temperaturer opp mot 60 - 90 °C.

Tanken må være utstyrt med tappekran i bunnen slik at rengjøring kan gjennomføres.

Utløpet for doseringen bør være 5 - 10 cm over bunnen i tanken.

Krav til lagring

For lagring og transport bør temperaturen være > 5 °C ettersom vannglass blir svært viskøst ved lave temperaturer (< 10 °C) og vanskelig å pumpe.

Ved temperatur > 60 °C risikerer man fordampning av vann.

4.4.2 KONTROLLUTSTYR

- Analyseinstrument (fotometer) for måling av silikat på ledningsnettet.
- pH-meter

4.5 PRØVETAKING OG RENGJØRING ETTER OPPSTART

4.5.1 PRØVETAKING

Før oppstart velges representative prøvepunkter på ledningsnettet ut med utgangspunkt i de aktuelle rørmateriale.

Prøver tas på stedet eller i laboratorium og analyseres mht. pH, SiO₂, jern og turbiditet samt kalsium og aluminium om det finnes sementbaserte rør. For kobberrør er det primært pH, kalsium og kobber som er av interesse.

pH bør bestemmes ofte, helst daglig, og minst 1 gang pr. uke. Andre parametere kan bestemmes minst 2 ganger i måneden.

Endring i pH indikerer at silikatreaksjonene finner sted. Etter at forholdene (pH) i ledningsnettet har stabilisert seg, noe som kan ta opp til 2-3 år, kan denne prøvetakingen avsluttes og man kan gå over til vanlig periodisk prøvetaking for vannverket.

4.5.2 RENGJØRING AV LEDNINGS- NETTET

Ledningsnettets bør spyles eller renses med myke renseplugger flere ganger i de første 2 årene etter oppstart med vannglass.

Den mikrobielle vannkvaliteten (kimtall) bør følges nøye i etterkant av en slik rengjøring.

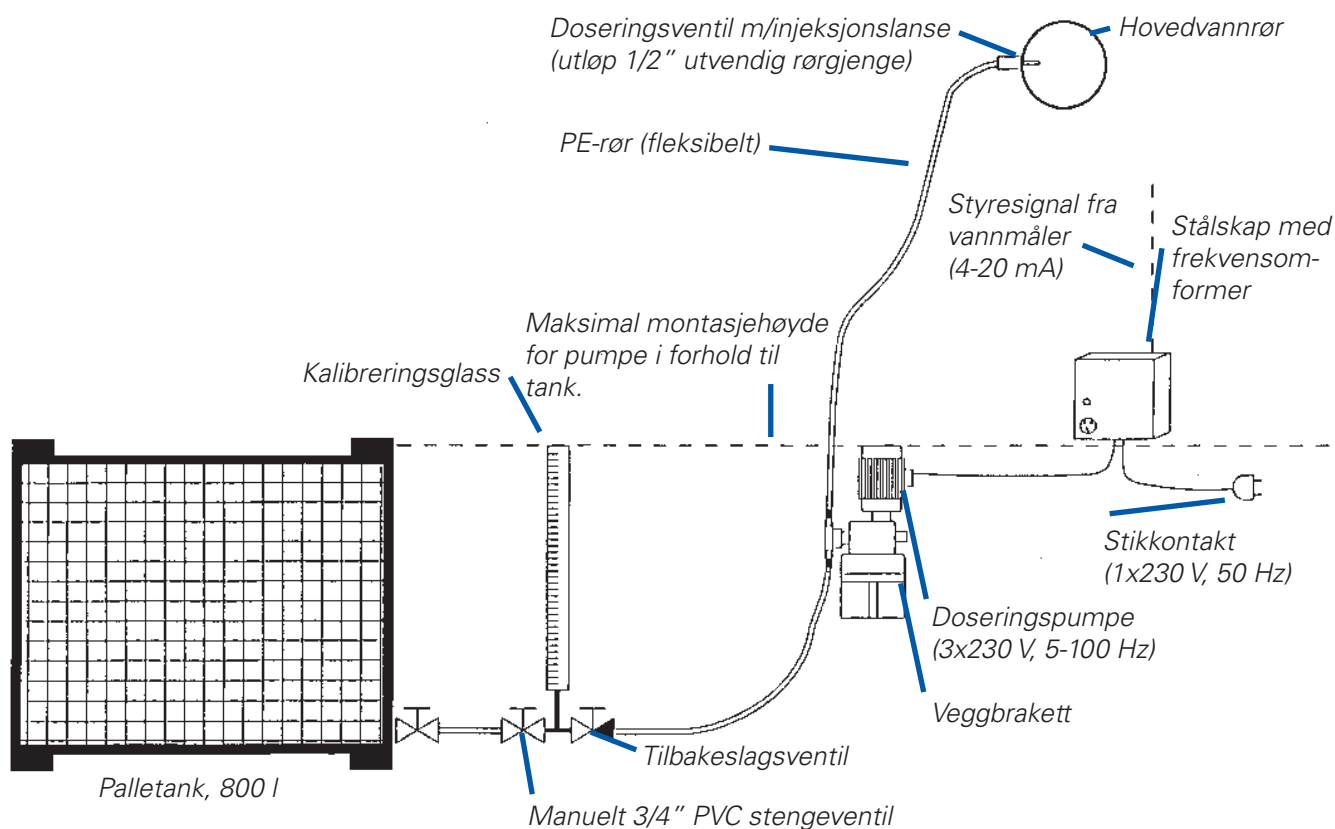
4.6 INVESTERINGS- OG DRIFTS- KOSTNADER

Totalkostnadene ved bruk av vannglass er, relativt sett, lave sammenlignet med øvrige metoder for korrosjonskontroll.

For anlegg som ikke ligger sentralt til i forhold til leverandøren av vannglass, vil transportkostnaden ofte være den største utgiftsposten.

For et vannverk vil det være nødvendig å investere i doseringspumpe med styringsenhet (f.eks. frekvensomformer), kjemikalieinnblander og lagertank for vannglass (se figur 1).

Driftskostnader vil være primært utgjøres av transportkostnader og kjemikaliekostnader. I tillegg kommer drift og vedlikehold av doseringspumper.



Figur 1. Vannglassdoseringsanlegg.

Henvisninger:		Utarbeidet:	august 1998	BUVA AS
/1/	Norsk Vann (2015) Veiledning for dimensjonering av vannbehandlingsanlegg Norsk Vann rapport 2012/2015	Revidert:	mai 2015	H. Ødegaard (SET AS)