

Rekommendation från

Sodahuskommittén

Allmänna villkor för användande av Sodahuskommitténs rekommendationer framgår av rekommendation A 3

Nr C 4

Utgåva 3, november 2016

Kvalitet på spädvatten, kondensat, matarvatten, pannvatten och ånga samt åtgärder vid avvikelser

Denna utgåva 3 av rekommendation C4 utgör en sammanslagning av tidigare utgåvor av rekommendation C4 (Kvalitet på spädvatten, kondensat, matarvatten, pannvatten och ånga), samt rekommendation C6 (Förebyggande åtgärder vid låga pH-värden samt vid förekomst av svartlut eller olja i pannvatten). Härigenom ges en bättre överblick över Sodahuskommitténs rekommendationer beträffande vattenkvalité och åtgärder vid avvikelser från riktvärden eller vid förekomst av föroreningar hos matarvatten eller pannvatten.

I kapitel 6 och 7 har också införts riktvärden i överensstämmelse med motsvarande krav i Europastandarden SS-EN 12952-3, tabell 5.1. Riktvärdet för olja i pannvattnet har härutöver satts restriktivt.

I en ånganläggning måste såväl vatten som ånga uppfylla vissa kvalitetskrav för att inte driftsäkerheten skall äventyras. Uppfylles inte dessa krav föreligger risk för beläggningar, överhettning av panntuber samt korrosion i anläggningen.

Trots installerad övervakningsutrustning av olika slag uppträder varje år ett flertal störningar i cellulosaindustrins pannor beroende på lågt pH-värde eller förekomst av svartlut eller olja i pannvattnet.

Sodahuskommittén rekommenderar att nedanstående riktlinjer tillämpas avseende vattenkvalité samt vid hantering av avvikelser från kvalité och riktvärden.

Riktlinjerna gäller främst sodapannor samt barkpannor och andra pannor för fastbränsleeldning.

Sodahuskommittén rekommenderar att varje anläggningsägare, helst i samråd med vattenteknisk expertis, upprättar egna detaljerade instruktioner för varje enskild panna baserat på i denna rekommendation givna riktvärden och åtgärdsgränser för vattenkvalité, samt instruktioner för åtgärder vid lågt pH i pannvatten, förekomst av svartlut eller olja i pannvattnet.

Hänvisningar

Föreskrifter

EU-direktiv, The European Pressure Equipment Directive (PED) 2014/68/EU, Maj 2014”
AFS 1999:4 Tryckbärande anordningar (under omarbetning, ny upplaga väntas under 2016)

Standard

Svensk standard “Vattenrörspannor och hjälpinstallationer – Del 12: Krav på matar- och pannvattenkvalitet”, SS-EN 12952-12, november 2003.

Rekommendationer

DENÅ's riktlinjer. DENÅ är ett samarbetsorgan för Dansk Kedelforening, Energiekonomiska Föreningen – Finland, Norsk Kjelforening och Ångpanneföreningen
VGB's riktlinjer, nr 452.
TRD, Technische Regeln Dampfkessel nr. 611
VdTÜV Merkblatt 1453

Sodahuskommitténs rekommendationer

B15, Utrustning för förebyggande av inläckage av jonbytesmassa till pannvatten
C5, Förebyggande åtgärder och övervakning för att skapa och upprätthålla en beläggings- och korrosionshämmande pannvattenbuffert
C7, Indikering av vattenläckage i ångpannor genom uppföljning av pannvattnets salthalt
C12, Kemisk rengöring av vattensidiga beläggningar i sodapannor
C14 (remissdokument under utformning), Säker eldning av svartlut. (Nytt samlingsdokument avsett att ersätta tidigare utgåvor av C1, C2, C3 och C11).

Övriga rapporter

Värmeforsk rapport nr 958: Mats Hellman: "Riktvärden för vatten och ånga anpassade till svenska energianläggningar"
Värmeforsk rapport nr 893: Mats Hellman: "Bästa möjliga övervakning av vattenkemin i anläggningar med turbin".
Värmeforsk rapport nr 729: Handbok i vattenkemi för energianläggningar (CD, slutsåld)

Innehåll

1	Övervakning, kontroll och instruktioner	4
2	Vattenkvalitéer	4
2.1	Spädvattenbehandling	6
2.2	Matarvatten	6
2.3	Pannvattenbehandling	6
2.4	Kondensat.....	7
2.5	Ånga	8
3	Kvalitetskrav vid olika driftförhållanden	8
3.1	Åtgärdsnivåer	8
3.2	Förklaring av åtgärdsnivåerna:	8
3.3	Ånga och kondensat	10
3.4	Pannor med avsaltat spädvatten och fosfatkemi.....	11
3.5	Pannor med AVT-kemi	12
3.6	Pannor med avsaltat vatten och med lutdosering	13
3.7	Kiselhalt i pannvatten för pannor med avsaltat spädvatten	14
3.8	Fosfathalt i pannvatten	14
3.9	Hårdhet (Ca + Mg) hos matarvatten.....	15
3.10	Konduktivitet hos pannvatten.....	16
4	Kontroll och övervakning	17
4.1	On-line instrument	17
4.1.1	Direkt konduktivitet	17
4.1.2	Sur konduktivitet.....	17
4.1.3	Avgasad sur konduktivitet	18
4.1.4	Natrium	18
4.2	Manuell mätning	18
4.2.1	Hårdhet.....	18
4.2.2	Konduktivitet	18
4.2.3	pH-värde.....	19
4.2.4	Riktvärden för pannor med avsaltat spädvatten	19
5	Låga pH-värden i pannvatten	21
5.1	Allmänt beträffande låga pH-värden i pannvatten	21
5.2	Åtgärder vid låga pH-värden i pannvatten	21
5.3	Uppspårande av orsak till pH-sänkning	21
5.3.1	pH-värden mellan 9,0 och 7,0	22
5.3.2	pH-värden mellan 7,0 och 5,0	22
5.3.3	pH-värden mellan 5,0 och 3,5	22
5.3.4	pH-värden lägre än 3,5	23
6	Svartlut i matarvatten och pannvatten.....	23
6.1	Riktvärden.....	23
6.2	Åtgärder vid upptäckt inläckage av svartlut eller motsvarande	24
6.2.1	COD-Mn i pannvattnet <250 mg/l	24
6.2.2	COD-Mn i pannvattnet >250 mg/l	24
7	Olja i pann- och matarvatten	25
7.1	Riktvärden.....	25
7.2	Åtgärder	25
8	Jonbytesmassa i pannvattnet	25
	Bilaga 1 Pannor med endast avhärdat spädvatten.	27

1 Övervakning, kontroll och instruktioner

I en ånganläggning måste såväl vatten som ånga uppfylla vissa kvalitetskrav för att inte driftsäkerheten skall äventyras. Uppfylles inte dessa krav föreligger risk för beläggningar, överhettning av panntuber samt korrosion i anläggningen. Kvalitetskraven är bl.a. beroende av anläggningens driftförhållanden. Sålunda gäller för en ångpanna att ju högre panntrycket och värmebelastningen är, desto högre vattenkvalitet krävs. Inte minst i sodapannor med deras korrosiva eldstadsmiljö, och de fatala följderna som en tubläcka i ugnen kan få, är det viktigt att vattensidiga beläggningar och förhöjda tubmaterialtemperaturer ej uppkommer. För kolstålstuber i en sodapannas eldstad kan även måttliga temperaturstegringar medföra ökad korrosionshastighet på gassidan.

Trots installerad övervakningsutrustning av olika slag uppträder varje år ett flertal störningar i cellulosaindustrins pannor beroende på lågt pH-värde eller förekomst av svartlut eller olja i pannvattnet. Allvarliga skador kan uppstå: Korrosion och beläggningar i matarvattensystem, pannor, överhettare och turbiner. Störningar och skador inträffar ofta mycket snabbt. *Det är därför av största vikt att drift- och laboratoriepersonal instrueras om betydelsen av att omedelbart rapportera avvikelser från det normala till driftledningen när det gäller matarvatten- och pannvattenanalyser liksom pannvattnets färg.*

Sodahuskommittén rekommenderar att nedanstående riktlinjer tillämpas vid åtgärdande av inträffade störningar. Man bör dock alltid ta kontakt med expertis, eftersom förhållandena i de enskilda fallen kan vara olika. Detta gör att man inte okritiskt kan tillämpa riktlinjerna.

För varje sodapanna skall det upprättas ett kontrollprogram, samt riktvärdestabell och åtgärdsnivåer, med hänsyn till de specifika förutsättningar som gäller för den aktuella sodapannan. Färdiga instruktioner skall finnas för hur man rekommenderas hantera uppkommande avvikelser. Varje enskilt mätvärde ger en indikation om en korrigering behöver vidtagas. Jämförelse av flera kontinuerliga och manuella mätningar ger dock en mycket säkrare bedömning av lämpliga åtgärder.

Ett åtgärdsprogram, som bygger på möjliga händelser och kombinationer av de olika enskilda detaljkraven och riskbedömningen och som är specifikt för varje enskild anläggning, bör utarbetas.

Se också rekommendationerna C5 och C7.

2 Vattenkvalitéer

Vattenkvalitet	Beskrivning
Råvatten	Råvattnet är vattnet före spädvattensreningsanläggningen. Råvattnet kan utgöras av stadsvatten, grundvatten, sjövattnet, älvvattnet etc. I många anläggningar där råvattnet utgörs av ytvatten måste humushalten i vattnet sänkas genom flockning före avsaltninganläggningen.
Renvatten	Behandlat råvatten, exempelvis sandfiltrerat eller kemiskt renat vatten.

Avhärdat vatten	Renvatten, vars hårdhet nedbringats genom behandling i jonbytarfilter. S.k. avhärningsfilter, varvid kalcium- och magnesiumjoner i vattnet byts ut mot natriumjoner. Avhärdat vatten kan användas som spädvatten i matarvattnet för pannor med driftryck uppemot 4-5 MPa, men anses otillräckligt för användning vid högre panntryck.
Avsaltat vatten	Renvatten, vars salthalt nedbringats genom behandling i jonbytarfilter av både katjon- och anjontyp, eller avsaltats medelst membranteknik. För det senare fallet erfordras i vissa fall avhärdat vatten. Halten humusämnen kan även ha minskats genom att vattnet behandlas i humusupptagande filter.
Totalavsaltat vatten, dejonat	Det totalavsaltade vattnet är avsaltat vatten som får en kompletterande rening i ett blandbäddfilter eller ett RO-filter (omvänd osmos) för polering av vattenkvalitén.
Spädvatten	Råvatten, som efter erforderlig mekanisk och kemisk rengöring samt avhärdning eller totalavsaltning tillsätts matarvattnet för att täcka kondensatförluster och utblåst pannvatten. Riktvärden anges för spädvatten direkt efter vattenreningsanläggningen.
Matarvatten	Vatten, som beretts av kondensat och spädvatten med erforderlig kvalitet. Matarvattnet trycks medelst matarpump in i pannan som ersättning för ångavgång och utblåst pannvatten.
Insprutningsvatten	Vatten som sprutas in i ångan före en överhettare för att reglera temperaturen på dess utgående ånga. Insprutningsvattnet kan vara ånga från ångdomen, vilken kondenserats i en Dolezalkylare eller matarvatten eller spädvatten med tillräcklig renhet, dvs. motsvarande totalavsaltat vatten. Insprutningsvatten får inte innehålla salter, framför allt inte överskott på natriumjoner. Motsvarande krav gäller för insprutningsvatten som används till temperaturreglering av låg- och mellantrycksånga.
Pannvatten	Vatten i en panna med själv- eller tvångscirkulation. Pannvattnet består av uppkoncentrerat matarvatten och den ackumulerade mängden salter i pannvattnet hålls under kontroll genom utblåsning.
Mättad ånga	Utgående ånga från domen, före överhettaren. Mättad ånga är normalt en blandning av vätskefas (vattendroppar) och ångfas.
Torr mättad ånga	Mättad ånga som befriats från vätskedroppar, t.ex. genom att den har passerat ångdomens cykloner.
Överhettad ånga	Ånga, vars temperatur överskrider mättningstemperaturen vid rådande tryck. Temperaturen hos utgående ånga från sodapannor ligger oftast vid 450-500 °C. Ångöverhettning sker för att maximera

elproduktion och för att undvika vattenutfällning i ångledningar och turbin.

Kondensat Det vatten som erhålls vid kondensering av ånga i turbinkondensator eller värmeväxlare samt kondenserad ånga från produktionsavdelningar i en industri. Riktvärden anges för kondensat efter eventuell kondensatrening.

2.1 Spädvattenbehandling

Kraven på framför allt pannvattnet är olika beroende på panntryck och om anläggningen spädmatas med avhärdat eller avsaltat spädvatten. Sodahuskommittén rekommenderar att avsaltat spädvatten väljs även för sodapannor med lägre tryckklass. För pannor med domtryck över 8 MPa, rekommenderas att man använder totalavsaltat spädvatten.

Riktvärdena har delats upp i tabeller, figur 1-3 i kapitel 3 och figur 10 i Bilaga 1, den sistnämnda avser avhärdat spädvatten.

När de gamla riktvärdena från DENÅ ("Matarvatten Del 1, Riktvärden och analysmetoder", Ångpanneföreningen 1985) togs fram använde ett stort antal anläggningar i Sverige fortfarande avhärdat spädvatten. I dagsläget ser det annorlunda ut och avsaltat spädvatten används vid även lägre panntryck. Orsaken är att driftsäkerheten blir bättre med avsaltat eller totalavsaltat spädvatten samtidigt som kostnaderna kring en avsaltningsanläggning har minskat.

2.2 Matarvatten

I en massafabrik består pannornas matarvatten av 50-70 returkondensat och resten av behandlat spädvatten. Kondensat och spädvatten får således avgörande betydelse för matarvattenkvaliteten.

För att undvika vatten- och ångsidig korrosion i pannor samt ång- och kondensatsystem avgasas matarvattnet. Flyktiga alkaliseringsmedel tillsätts också matarvattnet för att kompensera för de sura och vanligen flyktiga produkter, som naturligt uppstår i vatten-ångcykeln, t.ex. HCl, som har nära samma ångtryckskurva som pannvattnet och som annars kan göra att kondensatet blir surt.

Det är viktigt att hela matarvattensteget, således även matarvattentank och matarpumpar, omfattas av alkaliseringen med tanke på risken för erosionskorrosion. pH och syre i matarvattnet har stor betydelse för risken för erosionskorrosion i matarledningarna och syrehalten får därför inte heller bli för liten, minst 2 ppb rekommenderas.

2.3 Pannvattenbehandling

För att kunna ha kontroll på salthalten i pannvattnet måste en viss mängd blåsas ut från pannan. Normalt sker detta genom s.k. kontinuerlig utblåsning samt i vissa fall chockblåsning från pannans lågpunkter. Utan utblåsning skulle pannvattnets halt av icke flyktiga salter växa okontrollerat. Chockblåsning från utblåsningsledningarna från bottenlådorna hjälper även till att avlägsna slam, t.ex. magnetitslam, som annars sedimenterar på botten av bottenlådorna.

Upptäcker man låga pH-värden med missfärgning av pannvattnet eller att det förekommer svartlut eller olja så är det att betrakta som mycket allvarliga störningar, som snabbt kan förorsaka skador. I sådana fall måste omedelbara åtgärder vidtagas enligt de riktlinjer, som anges i kapitlen 5-8.

I anläggningar, som spädmatas med avsaltat vatten, finns några olika sätt att behandla pannvatten. Riktvärden ges för de tre vanligaste behandlingsmetoderna i Sverige.

De är:

- FOSFAT. Dosering av fosfat i kombination med alkaliserande aminer (eller ammoniak) är det vanligaste behandlingssättet vid svenska anläggningar.
- AVT (All Volatile Treatment) är ett amerikanskt uttryck och innebär behandling med enbart ammoniak och/eller (flyktiga) alkaliserande aminer.
- LUT. Dosering av lut (NaOH) används vid en del anläggningar för att justera pH-värdet i pannvattnet och därmed skapa förutsättningar för en bra pannvattenkemi. Luten är inte flyktig, utan måste kompletteras med ett alkaliseringsmedel för ånga och kondensat. Doseringen kompletteras då med ammoniak och/eller alkaliserande aminer så att även kondensatet kan erhålla ett tillräckligt högt pH.

Dosering av lut till pannvattnet förekommer i en del större kraft- och värmeanläggningar med panntryck högre än ~ 10 MPa. Sådan dosering bör då göras under noggrann kontroll eftersom felaktig dosering eller överbäring av pannvatten till ångan kan medföra risk för lokal spänningskorrosion i systemet, vilket ställer höga krav på övervakning av bl.a. ångkvalitén.

Också AVT-kemi är förenat med högre krav på övervakning av pannvattnet.

Se även rekommendationerna C5 och C7.

2.4 Kondensat

Returkondensatet från fabriken innehåller ofta korrosionsprodukter, vilka kan ge beläggningar i pannorna. Därför bör kondensaten filtreras i s.k. partikelavskiljande filter, vanligen precoatfilter.

Kondensaten kan också förorenas av råvatten (t.ex. tätningsvatten för pumpar), vilket kan medföra beläggningar av hårdhetsbildare i pannorna. Av detta skäl filtrerades kondensaten tidigare ofta även i avhärtningsfilter/blandbäddfilter.

Filtrering i avhärtningsfilter ersätter hårdhet i kondensatet med natrium och då får kondensatet en hög natriumhalt och samma sker då också med matarvattnet. En förutsättning för korrosionsangrepp är då att pannvattnets halt av övriga salter är låg, vilket blir fallet om spädvattnet avsaltas. Hög natriumhalt i pannvattnet kan ge upphov till allvarliga korrosionsangrepp i form av spänningskorrosion (och också till alltför kraftig skumbildning).

För att då avlägsna hårdhet ur kondensatet utan att ersätta det med natriumjoner måste det ske genom avsaltning (i st. f. avhärtning). Normalt är dock kondensattemperaturen alltför hög för att kunna rena kondensatet i en avsaltningsanläggning. Kondensatreningen måste då kompletteras med en värmeväxlare för kylning av kondensatet före avsaltningfiltret och samtidigt återvärmning av det renade kondensatet.

2.5 Ånga

För ånga gäller i princip samma riktvärden och åtgärdsnivåer för alla energianläggningar, oavsett spädvattenkvalitet.

Ånga, som inte är tillräckligt ren kan ge besvärande beläggningar i överhettare och ångturbiner, t.ex. av kisel. En låg ångkvalitet kan bero på dålig separation av pannvattnet från ångan i ångdomens cykloner. En orsak kan vara felaktig pannvattensammansättning (t.ex. tendens till skumning), otillräcklig kapacitet eller andra brister hos separationsanordningarna eller häftiga tryck- och lastvariationer. Även temperaturregleringen kan medföra förorening av ångan genom inläckage av pannvatten eller matarvatten i pannans indirekta ångkylare eller genom att insprutningsvattnet vid direkt ångkylning inte har tillräcklig renhet. Förutom beläggningar kan även korrosion uppstå, om kraven på insprutningsvattnets pH-värde eller restsyrehalt ej uppfylls.

3 Kvalitetskrav vid olika driftförhållanden

3.1 Åtgärdsnivåer

Förr angavs riktvärden endast med ett värde eller ett intervall. Alla värden över (eller under) riktvärdet var oacceptabla. För att hjälpa anläggningsägare och ansvariga operatörer började man på 1990-talet införa åtgärdsnivåer. Det innebar att ett överskridande delas in i nivåer där värdena kan accepteras under kortare perioder. Även periodens längd anges.

Fortfarande är det lämpligt att viktiga halter, som pH, konduktivitet eller natriumhalt, är övervakade, så att larm ges innan man når Åtgärdsnivå 1. Ytterligare larm bör ges om pannvattnets sammansättning når Åtgärdsnivå 2.

För att säkra vattenkvaliteten vid kontinuerlig drift bör kritiska värden, som pH, (sur) konduktivitet, natriumhalt m.m. mätas kontinuerligt. Det bör sedan uppmärksammas om analysvärdena avviker från de värden som är normala för ostörd drift, även om de uppmätta analysvärdena fortfarande skulle ligga inom de rekommenderade riktvärdena.

Vid värden som avviker från normal drift bör lämpliga åtgärder göras för att återfå det normala driftvärdet även om det ligger inom det tillåtna intervallet. Observera att man både kan behöva återställa vattnet i pannan, t.ex. genom ökad utblåsning och utröna och åtgärda eventuella brister i vattenreningen, t.ex. genom att kasta förorenade kondensat eller regenerera överutnyttjade jonbytesfilter.

Tabeller med riktvärden och åtgärdsgränser för ånga, kondensat pannvatten och matarvatten med olika typer av vattenkemi finns upprättade i följande avsnitt från 3.3ff, (se figur 1-9), med förklaring till åtgärdsnivåer enligt avsnitt 3.2.

3.2 Förklaring av åtgärdsnivåerna:

Analysvärden lägre än R (eller inom angivet intervall) är det analysvärde som normalt erhålls vid en längre tids drift med konstanta förhållanden, s.k. ”steady-state”. En säkerhetsmarginal finns inbakad i riktvärdet. Nivån förväntas medföra låg risk för problem i form av beläggningar eller korrosionsangrepp.

R Riktvärde eller intervall anges i riktvärdestabellerna. **Intervall** mellan

Riktvärdet och Åtgärdsnivå 1 är fortfarande ett acceptabelt värde. Analysvärden som ligger mellan Riktvärdet och Åtgärdsnivå 1 innebär att vattenkemin inte är optimal. Orsaken till detta bör undersökas och på sikt åtgärdas även om gränsvärden för ÅN 1 inte överskrids.

- ÅN1 **Åtgärdsnivå 1** anges i riktvärdestabellerna. **Inom intervallet mellan ÅN1 och ÅN2** finns en potentiell risk för korrosion och/eller kontaminering. Åtgärder måste vidtas för att återkomma till normal nivå inom en vecka. Maximalt accepterad sammanlagd tid med sämre värden än Åtgärdsnivå 1 anses vara två veckor/år (med undantag för tid vid driftsättning, dvs. första uppstart av anläggningen).
- ÅN2 **Åtgärdsnivå 2** anges i riktvärdestabellerna. **Intervallet mellan ÅN2 och ÅN3.** Här föreligger stor risk för korrosion och/eller kontaminering. Åtgärder måste vidtas för att återkomma till normal nivå inom ett dygn. Maximalt tillåten sammanlagd tid med sämre värden än Åtgärdsnivå 2 är 48 timmar/år (med undantag för tid vid driftsättning, dvs. första uppstart av anläggningen).
- ÅN3 **Åtgärdsnivå 3** anges i riktvärdestabellerna. Analysvärden som överstiger (eller understiger) ÅN3 nivå innebär omedelbar fara för anläggningen. Stoppa anläggningen så fort som omständigheterna tillåter för att undvika skador. Systemet måste felsökas och åtgärder vidtas för att återföra vattenkemin till riktnivå innan pannan åter startas. ÅN3 anges inte för alla parametrar utan endast för de parametrar som anses medföra akut fara för haveri i anläggningen om de överskrids.

3.3 Ånga och kondensat

Parameter		ånga (ångkondensat)				ånga (ångkondensat)				returkondensat				returkondensat			
Vattenkemi		AVT och LUT				FOSFAT				AVT och LUT				FOSFAT			
material i systemet		Cu ¹⁾		Fe ²⁾		Cu ¹⁾		Fe ²⁾		Cu ¹⁾		Fe ²⁾		Cu ¹⁾		Fe ²⁾	
pH	R	9,0 - 9,2		9,2 - 9,6		9,0 - 9,2		9,2 - 9,6		9,0 - 9,2		9,2 - 9,6		9,0 - 9,2		9,2 - 9,6	
	ÅN1	<8,5	>9,4	<8,8	>10,0	<8,5	>9,4	<8,8	>10,0	<8,5	>9,4	<8,8	>10,0	<8,5	>9,4	<8,8	>10,0
	ÅN2	<8,2	>9,5	<8,0	>10,5	<8,2	>9,5	<8,0	>10,5	<8,2	>9,5	<8,0	>10,5	<8,2	>9,5	<8,0	>10,5
	ÅN3																
konduktivitet µS/cm	R	3 - 6 ³⁾		4 - 11 ³⁾		3 - 6 ³⁾		4 - 11 ³⁾		3 - 6 ³⁾		4 - 11 ³⁾		3 - 6 ³⁾		4 - 11 ³⁾	
	ÅN1																
	ÅN2																
	ÅN3																
sur konduktivitet µS/cm	R	<0,10 ⁴⁾				<0,20 ⁴⁾				<0,20 ⁴⁾		<0,30 ⁴⁾		<0,20 ⁴⁾		<0,30 ⁴⁾	
	ÅN1	>0,20				>0,30				>0,30		>0,30		>0,30		>0,30	
	ÅN2	>0,50				>0,50				>0,50		>0,50		>0,50		>0,50	
	ÅN3	>1				>1											
kisel, SiO ₂ µg/kg	R	<5				<5				<5				<5			
	ÅN1	>20				>20				>20				>20			
	ÅN2	>30				>30				>30				>30			
	ÅN3	>50				>50											
hårdhet °dH	R									<0,003 (<0,01 ber. på analysmetod)							
	ÅN1									>0,01							
	ÅN2									>0,02							
	ÅN3																
natrium, Na µg/kg	R	<3				<5				<3				<5			
	ÅN1	>5				>10				>5				>10			
	ÅN2	>10				>20				>10				>20			
	ÅN3	>20				>40											
järn, Fe µg/kg	R	<10				<10				<10				<10			
	ÅN1	>20				>20				>20				>20			
	ÅN2									>50				>50			
	ÅN3																
koppar, Cu µg/kg	R	<1				<1				<3				<3			
	ÅN1	>3				>3				>3				>3			
	ÅN2									>10				>10			
	ÅN3																
restsyre, O ₂ µg/kg	R									<10							
	ÅN1									>20							
	ÅN2																
	ÅN3																

1) Cu gäller anläggningar med värmeväxlare i koppar/kopparlegeringar.

2) Fe gäller anläggningar utan värmeväxlare i koppar/kopparlegeringar.

3) Gäller endast ammoniakdosering, andra alkaliseringsmedel kan ge högre konduktivitet.

4) Högre värde kan accepteras under vissa förutsättningar om det kan säkerställas att värdet inte beror på förekomst av mer aggressiva ämnen genom t.ex. natriummätning. Se texten kapitel 3.1.5 i Värmeforskrappport 958.

*Figur 1: Riktvärden för ånga och kondensat till turbindrift.
Riktvärdena för ånga i tabellen gäller såväl mättad som överhettad ånga.
Beträffande organisk substans i kondensat, se kapitel 6-8.*

3.4 Pannor med avsaltat spädvatten och fosfatkemi

Parameter		Spädvatten ¹⁾	matarvatten		pannvatten	
domtryck, Mpa		>4	>4		4 - 10	10 - 16
material i systemet			Cu ²⁾			
pH	R		9,0 - 9,2		9,5 - 10,0	
	ÅN1		<8,5	>9,4	<8,8	>10,0
	ÅN2		<8,2	>9,5	<8,0	>10,5
	ÅN3					
					se kapitel 5	
konduktivitet µS/cm Se avsnitt 2.10	R	<0,10			15 - 50	10 - 30
	ÅN1	>0,20			>50	>30
	ÅN2	>0,50			>100	>50
	ÅN3				>200	>100
avgasad sur konduktivitet µS/cm Se avsnitt 2.10	R		<0,20 ⁴⁾			
	ÅN1		>0,30			
	ÅN2		>0,50			
	ÅN3		>1,0			
kisel, SiO ₂ µg/kg	R	<10	anläggningsspecifikt, får inte vara högre än att pannvattenkvaliteten uppfylls		<0,25 x ÅN1	
	ÅN1	>20			enligt kurva figur 5	
	ÅN2				>2 x ÅN1	
	ÅN3					
hårdhet °dH Se avsnitt 2.9	R		<0,005 (se avsnitt 2.9)			
	ÅN1		>0,01			
	ÅN2		>0,02			
	ÅN3					
natrium, Na µg/kg	R	<5	<5			
	ÅN1	>10	>10			
	ÅN2	>20	>20			
	ÅN3					
restsyre, O ₂ µg/kg	R		<5 ⁵⁾			
	ÅN1		>20			
	ÅN2		>50			
	ÅN3		>100			
fosfat, PO ₂ mg/kg	R				enligt kurva figur 6	
	ÅN1					
järn, Fe µg/kg	R		<10		anläggningsspecifikt, avgörs från fall till fall	
	ÅN1		>20			
	ÅN2		>50			
	ÅN3					
koppar, Cu µg/kg	R		<3			
	ÅN1		>3			
	ÅN2		>10			
	ÅN3					

- 1) Spädvatten direkt efter avsaltning, högre värden kan ev. accepteras om riktvärden för pannvatten och ånga uppfylls.
- 2) Cu gäller anläggningar med värmeväxlare i koppar/kopparlegeringar.
- 3) Fe gäller anläggningar utan värmeväxlare i koppar/kopparlegeringar.
- 4) Högre värden kan accepteras under vissa förutsättningar om det kan säkerställas att värdet inte beror på förekomst av mer aggressiva ämnen genom t.ex. natriummätning. Se texten kapitel 3.1.5 i Värmeforsks rapport 958.
- 5) Ett helt syrefritt vatten kan innebära risk för erosionskorrosion. Syrehalten bör vara minst 2 ppb.

Figur 2: Riktvärden för pannor med avsaltat spädvatten och fosfatkemi.

Beträffande organisk substans, se kapitel 6-8.

3.5 Pannor med AVT-kemi

Riktvärden gäller pannor som doseras med enbart ammoniak och/eller alkaliserande aminer.

Parameter		spädvatten	matarvatten		Pannvatten		
domtryck, MPa		alla	alla		<8	8- 16	>16
material i systemet			Cu ¹⁾		Fe ²⁾		
pH	R		8,8 - 9,2		9,2 - 9,6		
	ÅN1		<8,5	>9,2	<8,8	>9,6	
	ÅN2		<8,2	>9,5	<8,0	>10,0	
	ÅN3						
konduktivitet µS/cm Se avsnitt 2.10	R	<0,10			anläggningsspecifikt, inte högre än att ångkvaliteten uppfylls se figur 7		
	ÅN1	>0,20					
	ÅN2	>0,50					
	ÅN3						
sur konduktivitet µS/cm Se avsnitt 2.10	R		<0,10 ³⁾				
	ÅN1		>0,20				
	ÅN2		>0,50				
	ÅN3		>1				
kisel, SiO ₂ µg/kg	R	<10	<5		0,25 x ÅN1		
	ÅN1	>20	>20		enligt kurva figur 5		
	ÅN2	>50	>30		2 x ÅN1		
	ÅN3						
hårdhet °dH Se avsnitt 2.9	R		<0,003				
	ÅN1		>0,005				
	ÅN2						
	ÅN3						
natrium, Na µg/kg	R	<5	<3 ⁴⁾		anläggningsspecifikt, inte högre än att ångkvaliteten uppfylls		
	ÅN1	>10	>5				
	ÅN2	>20	>10				
	ÅN3						
restsyre, O ₂ µg/kg	R		2-10 ⁵⁾				
	ÅN1		>20				
	ÅN2		>50				
	ÅN3		>100				
järn, Fe µg/kg	R		<10		anläggningsspecifikt, avgörs från fall till fall		
	ÅN1		>20				
	ÅN2		>50				
	ÅN3						
koppar, Cu µg/kg	R		<3				
	ÅN1		>3				
	ÅN2		>10				
	ÅN3						

1) Cu gäller anläggningar med värmväxlare i koppar/kopparlegeringar.

2) Fe gäller anläggningar utan värmväxlare i koppar/kopparlegeringar.

3) Högre värden kan accepteras under vissa förutsättningar om det kan säkerställas att värdet inte beror på förekomst av mer aggressiva ämnen genom t.ex. natriummätning. Se texten kapitel 3.1.5 i Värmeforsks rapport 958.

4) Högre värden kan accepteras där matarvatten inte används som insprutningsvatten.

5) Ett helt syrefritt vatten kan innebära risk för erosionskorrosion.

*Figur 3: Riktvärden för pannor med avsaltat spädvatten och AVT-kemi.
Beträffande organisk substans, se kapitel 6-8.*

3.6 Pannor med avsaltat vatten och med lutdosering

Parameter		spädvatten	matarvatten		Pannvatten					
domtryck, Mpa			>4		4 - 10		10 – 16			
material i systemet			Cu ¹⁾		Fe ²⁾					
pH	R		8,8 - 9,2		8,8 - 9,6		9,5 - 10,0		9,4 - 9,6	
	ÅN1		<8,5	>9,4	<8,8	>10,0	<9,4	>10,2	<9,3	>9,7
	ÅN2		<8,2	>9,5	<8,0	>10,5	<9,0	>10,3	<9,0	>9,9
	ÅN3						<8,5	>10,5	<8,5	>10,2
	ÅN4						Se Kapitel 5			
konduktivitet	R	<0,10			8 - 25		6 – 10			
µS/cm Se avsnitt 2.10	ÅN1	>0,20			<6	>40	<5	>12		
	ÅN2	>0,50			<2,5	>50	<2,5	>20		
	ÅN3				<0,8	>80	<0,8	>40		
sur konduktivitet	R		<0,20 ³⁾							
µS/cm Se avsnitt 2.10	ÅN1		>0,30							
	ÅN2		>0,50							
	ÅN3		>1							
kisel, SiO ₂	R	<10	<5		<0,25 x ÅN1					
µg/kg	ÅN1	>20	>20		enligt kurva figur 5					
	ÅN2	>50	>30		>2 x ÅN1					
	ÅN3									
hårdhet	R		<0,01							
°dH Se avsnitt 2.9	ÅN1		>0,01							
	ÅN2		>0,1							
	ÅN3									
natrium, Na	R	<5	<5		anläggningsspecifikt, inte högre än att ångkvaliteten uppfylls					
µg/kg	ÅN1	>10	>10							
	ÅN2	>20	>20							
	ÅN3									
restsyre, O ₂	R		2-10 ⁴⁾							
µg/kg	ÅN1		>20							
	ÅN2		>50							
	ÅN3		>100							
järn, Fe	R		<10		anläggningsspecifikt, avgörs från fall till fall					
µg/kg	ÅN1		>20							
	ÅN2		>50							
	ÅN3									
koppar, Cu	R		<3							
	µg/kg	ÅN1		>3						
		ÅN2		>10						
		ÅN3								

1) Cu gäller anläggningar med värmeväxlare i koppar/kopparlegeringar.

2) Fe Gäller anläggningar utan värmeväxlare i koppar/kopparlegeringar.

3) Högre värden kan accepteras under vissa förutsättningar om det kan säkerställas att värdet inte beror på förekomst av mer aggressiva ämnen genom t.ex. natriummätning. Se texten kapitel 3.1.5 i Värmeforsks rapport 958.

4) Ett helt syrefritt vatten kan innebära risk för erosionskorrosion.

Figur 4: Riktvärden för pannor med avsaltat spädvatten och lutdosering.

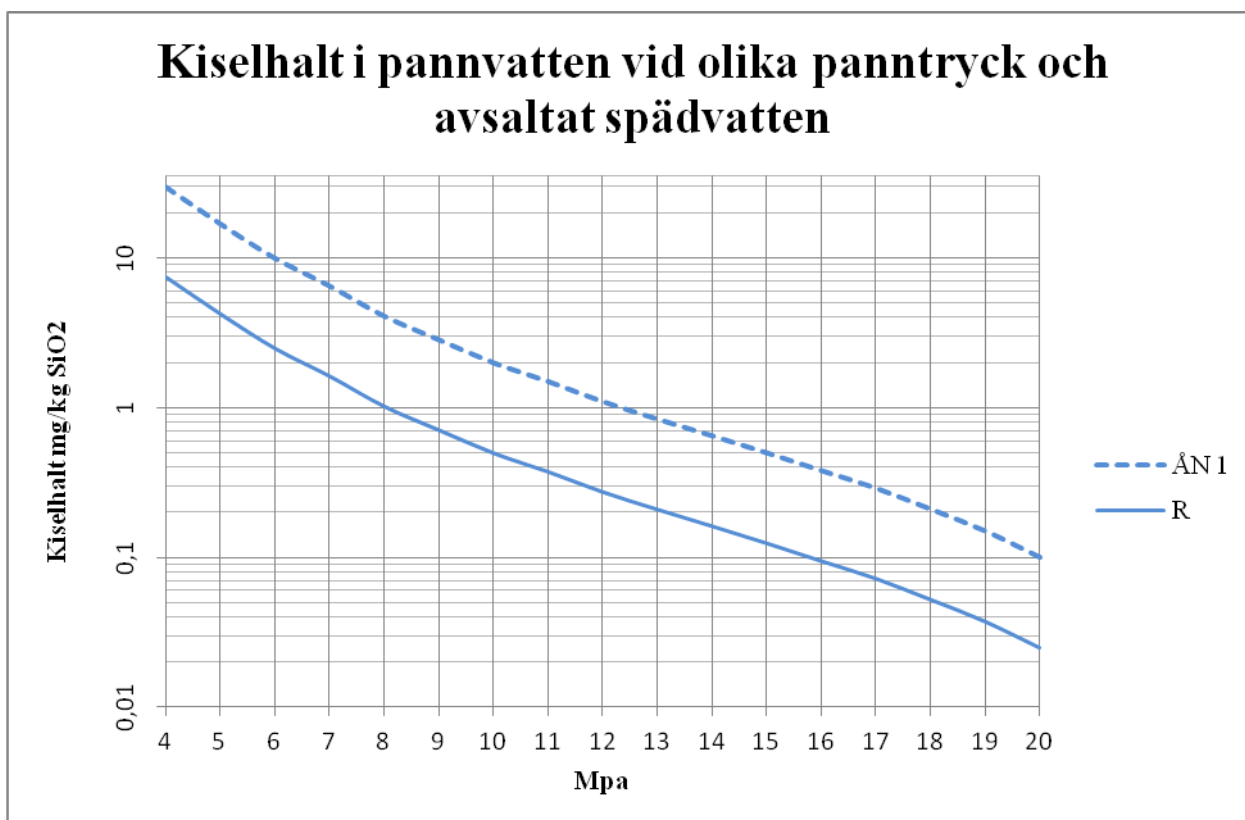
Riktvärdena i tabellen gäller pannor där lut (NaOH) doseras för att justera pH-värdet i pannvattnet och därmed skapa förutsättningar för en bra pannvattenkemi. Lutdoseringen bör kompletteras med ammoniak och/eller alkaliserande aminer.

Beträffande organisk substans, se kapitel 6-8.

3.7 Kiselhalt i pannvatten för pannor med avsaltat spädvatten

Kiselsyrans fördelningskoefficient, dvs. förhållandet mellan koncentrationen i ångfas och vattenfas är temperatur- och tryckberoende. Det för med sig att kiselsyrans partialtryck i ångfasen ökar med stigande tryck och minskar när trycket sjunker. Det innebär i sin tur att riktvärdet för kisel i pannvattnet måste sänkas med stigande tryck för att mängden kisel i ångan inte skall öka.

Riktnivå på kisel i ånga är $<5 \mu\text{g/kg SiO}_2$. Åtgärdsnivå I ligger på 20 mg/kg SiO_2 . Figuren nedan visar motsvarande riktvärden för kisel i pannvattnet vid olika domtryck. Observera att värdena i figuren anges i mg/kg ($1 \text{ mg/l} = 1000 \mu\text{g/kg}$).



Figur 5: Riktvärden och ÅN I för kiselhalt i pannvatten vid olika domtryck och avsaltat spädvatten

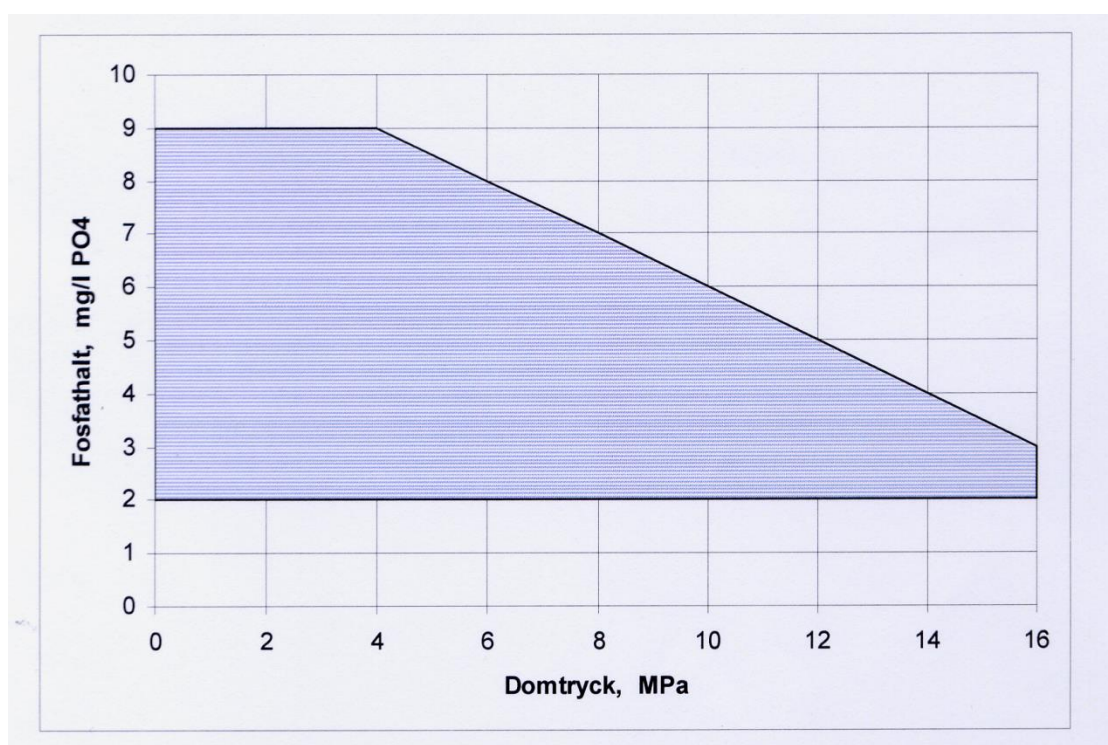
3.8 Fosfathalt i pannvatten

Natriumfosfatet har omvänd löslighet, dvs lösligheten minskar vid ökande temperatur. Vid panntryck över ca 16 MPa bör därför fosfat inte användas p.g.a. av risken för hide-out, dvs utfällning av fast natriumfosfatsalt på tubväggarna.

Fenomenet ”hide-out” inträffar i många anläggningar och innebär att fosfathalten sjunker vid förhöjd last för att sedan återgå till det normala då lasten går ner igen. Fosfatet har en komplicerad kemi och det gör att lösligheten för fosfatet minskar med ökande temperatur, s.k. omvänd löslighet. En bidragande orsak är också den högre temperaturen i gränsskiktet intill

tubväggen, vilket gör att pannvattnet som närmast tubväggen får en lägre löslighet för fosfatet än pannvattnet utanför gränsskiktet. Lösligheten för natriumfosfatet överskrids lokalt, vilket medför en ständigt ökande utfällning av fosfatet ur pannvattnet. Det medför att fosfathalten i pannvattnet sjunker. Det utfällda fosfatet bildar nu en beläggning på tubväggen, vilken kan orsaka överhettning av hårt värmebelastade värmeytor.

Det rekommenderade intervallet för fosfathalt i pannvatten vid olika domtryck och koordinerad fosfatkemi är därför enligt figur 6.



Figur 6: Riktvärden för fosfathalt i pannvatten vid olika domtryck, avsaltat spädvatten och koordinerad fosfatkemi.

Fosfathalten i pannvattnet bör helst ligga i den övre delen av intervallet för att erhålla bästa möjliga buffertkapacitet i vattnet. Svårigheter att erhålla bra ångkvalitet eller problem med hide-out kan medföra att det för vissa pannor är aktuellt att istället ligga i underkant av intervallet.

3.9 Hårdhet (Ca + Mg) hos matarvatten

Riktvärden för rekommenderad högsta godtagbara hårdhet hos matarvattnet vid avsaltat spädvatten varierar mellan olika källor. Angivet värde svarar mot Sodahuskommitténs och DENÅ:s tidigare rekommendationer och har varit tillämpat riktvärde i Sverige under åtskilliga decennier. Även ASME (1979) specificerar ett lägre värde, vid 7 MPa domtryck lika med $<\sim 0.003$ °dH. Pannvattenstandarden SS-EN 12952-12 specificerar ett högre riktvärde

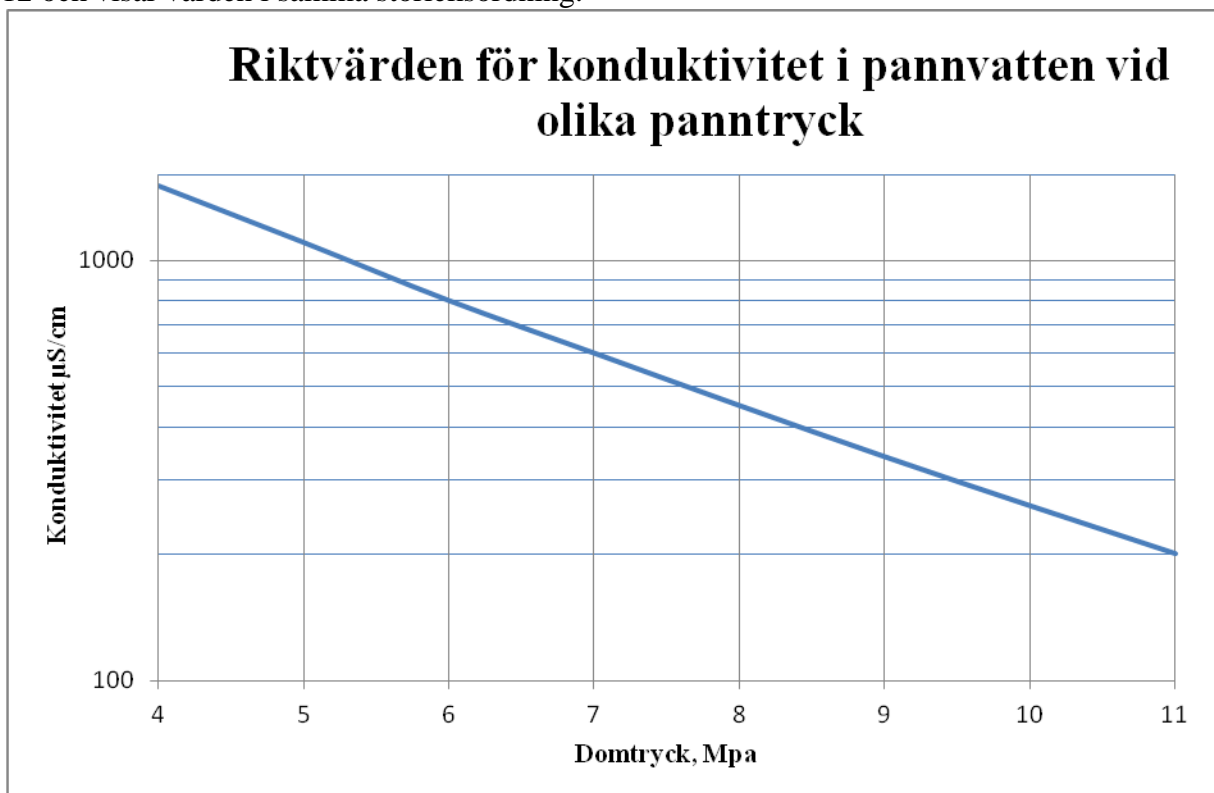
<0,005 mMol (Ca+Mg)/kg, vilket motsvarar <~ 0,03 °dH.

Inläckage av små mängder hårdhet från kylvatten (pumpar), kondensorer, etc. kommer att ge beläggning på vattensidan i eldstadstuber med risk för överhettning, korrosion, sprickor och sämre värmeöverföring. Driftstörningar förekommer. Hårdhet som består av salter kommer att ackumuleras i system och kommer i första hand falla ut på högt värmebelastade ytor. Sodahuskommittén rekommenderar därför att den äldre i Sverige tillämpade max-gränsen <0,003 °dH bibehålles som riktvärde för matarvatten till sodapannor.

Analysmetod måste väljas med en detektionsgräns som är avpassad till det aktuella riktvärde som skall innehållas, vilket kan medföra att riktvärdet kan behöva justeras.

3.10 Konduktivitet hos pannvatten

Rekommendationer om rekommenderad konduktivitet för pannvattnet varierar mellan olika källor. Sodahuskommitténs och DENÅ:s riktvärde har varit <800 µS/cm vid 6,4 MPa och <300 µS/cm vid 10 MPa domtryck. Fig. 7 är omräknad från gällande standard SS-EN 12952-12 och visar värden i samma storleksordning.



Figur 7 Riktvärden konduktivitet i pannvatten vid olika domtryck och avsaltat spädvatten.

Valet av alkaliseringsmedel påverkar starkt både matarvattnets och pannvattnets konduktivitet. Sodahuskommittén rekommenderar att det för varje sodapanna sätts riktvärden, som bestäms med utgångspunkt från den vattenkemi som tillämpas.

4 Kontroll och övervakning

För varje sodapanna skall det upprättas ett kontrollprogram, samt riktvärdestabell och åtgärds- och i tillämpliga fall larmnivåer, med hänsyn till de specifika förutsättningar som gäller för den aktuella sodapannan. Samtliga relevanta parametrar i riktvärdestabellen för den aktuella anläggningen bör övervakas med on-line-instrument eller med regelbundet återkommande manuella analyser.

pH-värdet kan t.ex. ofta övervakas indirekt genom mätning av konduktiviteten, vilket är en enklare och mer tillförlitlig mätmetod. Det är samtidigt också viktigt att alla avvikande värden följs upp och orsaken kontrolleras och åtgärdas. Det gäller även mindre avvikelser från riktvärdet, även där någon åtgärdsnivå inte överskrids. Ett typexempel är hårdhet, där även mindre stegringar inom åtgärdsgränsen kan vittna om att det uppstått ett mindre läckage t.ex. i en kondensator, så att det rena kylvattnet läcker in i returkondensatet. Genom att alltid följa upp sådana mindre avvikelser erhålls värdefull kunskap om den egna anläggningen, vilket kan hjälpa till att förhindra framtida driftstörningar och eventuella haverier.

Riktvärdena är förtecknade i styckena 3.3 – 3.6 (och i Bilaga 1 för pannor med avhärdat spädvatten).

4.1 On-line instrument

Det är svårt att ge ett generellt förslag som täcker alla anläggningar oavsett tryckklass, vattenkemi, industri och bemanning. Instrumenteringen måste anpassas individuellt för varje anläggning då förutsättningarna varierar från fall till fall.

Manuella analyser för kontroll av onlineinstrumenten görs förslagsvis en gång i månaden samt vid avvikande värden eller oförklarliga svängningar i trendkurvorna. Man måste dock vara uppmärksam på att vissa instrument kan kräva tillsyn oftare.

4.1.1 Direkt konduktivitet

Direkt konduktivitet mäter mediets verkliga konduktivitet justerad till 25°C. Av den totala konduktiviteten utgör alkaliseringsmedlets konduktivitet en mycket stor andel, vilket beror på OH⁻-jonens höga ledningsförmåga. På grund av variationer i dosering av alkaliseringsmedel, varierar också konduktiviteten, vilket blir bestämmande för larmgränsen. Av denna orsak kan man inte upptäcka mindre inläckage, trots att även små inläckage av hårdhetssalter på sikt kan ställa till med allvarliga problem med invändiga beläggningar. Mätmetoden är fortfarande användbar för stora momentana inläckage och som en allmänt översiktlig övervakning av pannvattnet (för riktvärden, se avsnitt 3.10).

4.1.2 Sur konduktivitet

Sur konduktivitet mäter konduktiviteten i provflödet efter neutralisation av alkaliseringsmedlet. Neutralisationen sker med hjälp av en katjonbytare installerad mellan provtagningskylaren och mätinstrumentet. Den konduktivitet som härrör från inläckage av lösta föroreningar, t ex hårdhet, görs synlig med hjälp av anjonbytaren. Resultatet blir att konduktivitetens grundnivå är låg och jämn samt att ett relativt litet inläckage med säkerhet

kan detekteras (för riktvärden, se avsnitt 3.10).

Larmgränsen kan därmed sättas med liten marginal till konduktivitetens grundnivå. Natriumhydroxid (lut), och en del liknande föreningar, neutraliseras på samma sätt som alkaliseringsmedlet och kan således ej spåras på detta sätt. Mätmetoden är lämplig för små inläckage, men upptäcker alltså inte om det läcker in lut. Därför behövs även mätning av direkt konduktivitet parallellt med mätningen av den sura konduktiviteten.

Metoden att mäta sur konduktivitet är oftast olämplig att använda för att spåra överbäring av pannvatten till mättad och överhettad ånga. Detta gäller i synnerhet då spädvattnet avsaltas. I detta fall innehåller pannvattnet en stor andel alkali (NaOH), vilken neutraliseras och således ger en felaktig bild av ångkvaliteten. Man bör även följa skillnaden i värde mellan konduktivitet mätt med direkt metod och med sur metod och jämföra med t.ex. natriumhalten.

4.1.3 Avgasad sur konduktivitet

Efter neutralisering avlägsnas dessutom de lösta gaser, som kan förekomma i kondensatet som nedbrytningsprodukter efter flyktiga alkaliseringsmedel.

4.1.4 Natrium

Natriumhalten mäts lämpligen med en jonselektiv elektrod, vilken har en detektionsgräns kring 1 µg/kg eller lägre. Mätmetoden kan spåra flertalet typer av inläckage av hårdhet, då natrium oftast förekommer gemensamt med hårdheten. Detektionsgränsen påverkas ej av alkaliseringsmedlet, vilket innebär att ringa inläckage av de allra flesta föroreningar i löst form (och vilka innehåller natrium) kan indikeras.

4.2 Manuell mätning

Den kontinuerliga mätningen måste kompletteras med manuella analyser i den omfattning som behövs för kontroll av instrumenten. Förutom de angivna parametrarna, som mäts kontinuerligt, skall minst pH-värde och hårdhet bestämmas. Matarvatten och samlat kondensat skall alltid analyseras. Vilka delkondensat, som skall analyseras och om det skall göras kontinuerligt, får avgöras efter en riskbedömning.

4.2.1 Hårdhet

Hårdheten bör bestämmas med en metod, som har detektionsgränsen 0,005°dH eller lägre.

4.2.2 Konduktivitet

Bestämningen utföres enligt metodbeskrivning. Observera att luftens innehåll av koldioxid påverkar provet och att ett prov som får stå i luft absorberas koldioxid från omgivningen, så att mätvärdena förändras. Vattenprover förvaras i slutna kärl utan lufttillträde och mätningen skall utföras utan dröjsmål efter det att provburkarna har öppnats. Om samma prov användes för både konduktivitets- och pH-bestämning, skall konduktiviteten bestämmas först, i annat fall kan för högt värde erhållas.

4.2.3 pH-värde

Bestämningen utföres enligt metodbeskrivning. Luftens innehåll av koldioxid påverkar provet. Mätningen skall därför utföras utan dröjsmål efter det att provburkarna har öppnats. En pH-elektrod, som är avsedd för mätning i saltfattiga vatten, bör användas. pH-elektroden skall ej användas till andra prover med organiskt innehåll.

4.2.4 Riktvärden för pannor med avsaltat spädvatten

I riktvärdestabellerna anges inte värden på Åtgärdsnivå 3, ÅN3, för alla parametrar, utan endast för de som medför akut fara om de överskrids.

I figuren nedan visas en sammanställning av de parametrar som har riktvärden på ÅN3 vid anläggningar med avsaltat spädvatten. De är så viktiga för anläggningen att de bör övervakas kontinuerligt. Kan ej on-lineinstrument användas skall analyserna ske med regelbundna intervall.

Anläggning	provpunkt	pH-värde	konduktivitet total	konduktivitet sur	kiselsyra	natrium	restsyre
Alla	avsaltning		x		x		
	ånga			x	x	x	
	kondensat	x					
pannor med	matarvatten			x			x
FOSFAT-dosering	pannvatten	x	x				
pannor med	matarvatten			x			x
AVT-kemi	pannvatten	x		x			
pannor med	matarvatten			x			x
LUT-dosering	pannvatten	x	x	x			
genomströmningspannor	matarvatten	x		x		x	x

Figur 8a: Sammanställning av riktvärden på ÅN3 vid anläggningar med avsaltat spädvatten.

Anläggning	provpunkt	Avgasad sur konduktivitet	Hårdhet	Koppar	Järn
Alla	avsaltning		m		
	ånga		m		
	kondensat	x			
pannor med					
FOSFAT-dosering	pannvatten			x	x
pannor med					
AVT-kemi	pannvatten			x	x
pannor med					
LUT-dosering	pannvatten			x	x

Figur 8b: Sammanställning av ytterligare några parametrar som har riktvärden på ÅN3 vid anläggningar med avsaltat spädvatten.

Observera att den nedan rekommenderade lägsta omfattningen av on-lineinstrument inte ger tillräcklig övervakningen av vatten-ångcykeln utan måste kompletteras med mer omfattande manuella vattenanalyser. En ökad on-lineinstrumentering medför en mindre omfattning av manuella analyser.

Graden av on-lineinstrumentering är beroende av pannans domtryck, då högre domtryck medför ökade krav på renhet i vatten-ångcykeln. För alla anläggningar med turbin rekommenderas en on-lineinstrumentering åtminstone enligt figur 8a.

En mer omfattande on-lineinstrumentering är ofta att föredra, t.ex. kan det vara lämpligt att komplettera med:

- Sur konduktivitet och/eller natriummätning på kondensat ger värdefull information om eventuella föroreningar i kondensatet. **Vid cellulosaindustrins anläggningar är detta extra viktigt då risken för förorenat kondensat är stor.**
- Total konduktivitet på kondensat och matarvatten kan användas för att kontrollera doseringsnivån på alkaliseringsmedlet.
- Vid hög sur konduktivitet bör även natriumhalten övervakas.
- Kisel i alla anläggningar med turbin.

För anläggningar med <4 MPa domtryck kan mindre omfattande övervakning accepteras, men det rekommenderas åtminstone kontinuerlig övervakning med sur konduktivitet på ångkondensatet samt total konduktivitet på matarvatten och pannvatten. Syrehalten i matarvattnet bör också övervakas.

Kisel är inte nödvändigt att mäta kontinuerligt i anläggningar som saknar turbin, men kisel mätning på vattnet efter avsaltningen ger ändå en förbättrad övervakning då kisel inte ger utslag på konduktivitet.

Konduktivitet, både sur och total, är ett effektivt, enkelt och billigt sätt att övervaka vattenkvalitén. Man kan med fördel sätta in ett flertal konduktivitetmätare i systemet för att

därigenom få värdefull information om ång- och vattenkvalitén och tidigt kunna se förändringar i vattenkemin.

5 Låga pH-värden i pannvatten

5.1 Allmänt beträffande låga pH-värden i pannvatten

Lågt pH-värde i pannvatten kan uppkomma på ett flertal sätt. De vanligaste är:

- a. Läckage av syra till matarvatten, t ex i samband med regenerering av en totalavsaltning.
- b. Utbyte av katjoner såsom kalcium och magnesium mot t ex ammonium i jonbytande kondensatfilter. En del av de härigenom erhållna ammoniumsalterna spaltas i pannan till saltsyra och svavelsyra, som sänker pannvattnets pH-värde. Ammoniak, som också bildas vid spaltning, medföljer ångan.
- c. Om katjonbytare (både från avhärtningsfilter och från avsaltningfilter) läcker in i pannan, kan jonbytare sönderdelas under bildning av svavelsyra, vilket sänker pannvattnets pH-värde. För motåtgärder, se rekommendation B 15.
- d. Om magnesiumsalter kommer in i pannan utfälls magnesiumhydroxid, varvid ekvivalent mängd syra bildas.

Vilka åtgärder, som skall vidtas vid konstaterad pH-sänkning, beror på hur lågt pH-värdet sjunkit. Om pH-värdet är över 5,0 brukar skyddsskiktet på de vattenberörda ytorna i pannan ej lossna och några skador erhålles normalt ej. Har pH-värdet sjunkit under 5,0 är däremot risken stor för att skyddsskiktet lossnar, varvid pannvattnet blir svart eller blåsvart. Viktigt är då att slammet avlägsnas innan pannan åter tas i normal drift.

Sjunker pH-värdet under 3,5 föreligger stor risk att korrosionsskador uppstår i pannan.

Vid oljeeldade pannor - utan kvarvarande värmeutvecklande bränsle efter eldningsavbrott - finns också alternativet att vid lågt pH-värde i pannvattnet avbryta eldningen, tömma pannan samt därefter genast fylla den med vatten, som alkaliseras med exempelvis natronlut så att pH 10 uppnås i pannvattnet. Detta gäller även sodapannan vid enbart eldning med olja eller gas, t.ex. vid uppeldning av pannan efter ett stopp. Återfyllning av pannan måste dock ske försiktigt för att undvika temperaturchocker i dommaterialet. Se rekommendation nr C 2 angående åtgärder vid för låg (eller hög) domnivå.

5.2 Åtgärder vid låga pH-värden i pannvatten

Riktlinjerna gäller främst sodapannor samt barkpannor och andra pannor för fastbränsleeldning.

Vid oljeeldning – utan kvarvarande värmeutvecklande bränsle efter eldningsavbrott – finns andra alternativ vid låga pH-värden i pannvattnet.

5.3 Uppspårande av orsak till pH-sänkning

I samband med nedan rekommenderade åtgärder vid låga pH-värden skall källan till pH-sänkningen omgående spåras och åtgärdas. I de flesta fall kan inläckage, som påverkar

pannvattenkvaliteten, spåras i matarvattnet under den tid som inläckaget pågår. Inläckage av anjonbytare ger ej utslag med de vanliga kemiska analyserna, varför andra driftfunktioner måste kontrolleras om en oförklarlig sänkning av pannvattnets pH-värde uppkommer. Exempel på sådana funktioner är igensättning i silar, felställda ventiler och förkortad driftcykel för en avsaltninglinje. Se närmare om detta i rekommendation B15.

5.3.1 pH-värden mellan 9,0 och 7,0

Även vid måttliga men varaktiga sänkningar av pH-värdet skall åtgärder vidtas för att höja pH till normalt värde.

5.3.2 pH-värden mellan 7,0 och 5,0

Nedanstående åtgärder skall omedelbart vidtas under förutsättning att matarvatten-kvaliteten är godtagbar. I annat fall skall rekommendationerna under punkt 5.2.5 följas.

1. Minska om möjligt pannlasten till <50 av nominellt värde.
2. Öka den kontinuerliga utblåsningen till maximalt flöde.
3. Chockblås genom samtliga bottenblåsningsventiler minst 2 gånger i timmen. Utblåsningen bör endast ske från en ventil i taget under högst 5 sekunder från varje ventil.
4. Dosera alkali, exempelvis natronlut, så att ett pH-värde mellan 10 och 11 uppnås.

Pannan bör inspekteras vid nästkommande stopp.

Om pannvattnet blivit svart eller blåsvart under pH-sänkningen, bör vidare åtgärder övervägas, eventuellt i samråd med extern expertis. Beroende på bl.a. störningens längd kan ett stopp av pannan för inspektion och kemisk rengöring bli aktuellt.

5.3.3 pH-värden mellan 5,0 och 3,5

Nedanstående åtgärder skall omedelbart vidtas under förutsättning att matarvatten-kvaliteten är godtagbar. I annat fall skall rekommendationerna under punkt 5.2.5 följas.

1. Minska pannlasten så mycket som möjligt, dock i varje fall till en last <50 av nominellt värde.
2. Öka den kontinuerliga utblåsningen till maximalt flöde.
3. Chockblås genom samtliga bottenblåsningsventiler minst 2 gånger i timmen. Utblåsningen bör endast ske från en ventil i taget under högst 5 sekunder från varje ventil.
4. När pH-värdet i pannvattnet är >5,0, dosera alkali, exempelvis natronlut, så att ett pH-värde mellan 10 och 11 uppnås.
5. Fortsätt panndriften under ovanstående förutsättningar till dess att pannvattnet är fritt från slam och återtagit normalt utseende.

Var observant på eventuella jäsningstendenser i pannan genom att kontrollera konduktivitet och natriumhalt i mättad ånga. Följ noga pannvattnets slamhalt under den närmaste tiden. Om överbäring upptäcks, måste lasten minskas ytterligare.

Inspektera pannan snarast.

Viktigt! Om pannvattnet blivit svart eller blåsvart under pH-sänkningen skall, sedan ovanstående åtgärdsprogram genomförts och vattnet återtagit sitt normala utseende, pannan omedelbart stoppas för inspektion och, om så visar sig behövas, underkastas en kemisk rengöring. Se vidare om kemisk rengöring i rekommendation C 12.

5.3.4 pH-värden lägre än 3,5

Nedanstående åtgärder skall omedelbart vidtas:

1. Avbryt luteldning och reducera pannlasten till <10 av nominellt värde.
2. Öppna startång ventilen och stäng huvudångventilen.
3. Öka den kontinuerliga utblåsningen till maximalt flöde.
4. Chockblås genom samtliga bottenblåsningsventiler minst 2 gånger i timmen. Utblåsningen bör endast ske från en ventil i taget under högst 5 sekunder från varje ventil.
5. När pH-värdet i pannvattnet är >5,0, dosera alkali, exempelvis natronlut, så att ett pH-värde mellan 10 och 11 uppnås.

Sedan ovanstående åtgärdsprogram genomförts och pannvattnet återtagit sitt normala utseende, skall pannan omedelbart tas ur drift för besiktning och eventuellt kemisk rengöring. Se rekommendation C 12.

6 Svartlut i matarvatten och pannvatten.

6.1 Riktvärden

För organisk substans (humusämnen) i matarvatten och insprutningsvatten rekommenderas i SS-EN 12952-12:

För sodapannor med arbetstryck upp till 10 MPa:

Högst 0,2 mg TOC/liter, (alternativt permanganatindex) <3 mg/l).

För sodapannor med arbetstryck under 6 MPa och med avhärdat spädvatten:

högst 0,5 mg TOC /liter, (alternativt permanganatindex <5mg/l).

Gränsvärdet avser mängden organiskt kol (Total Organic Carbon, TOC) i vattnet och bestäms enligt SS-EN 1484.

Riktvärdet för andra typer av organisk substans, som förekomst av svartlut eller lutångkondensat i pannvattnet, är mera svävande eftersom sammansättningen av föroreningar kan variera, vilket gör att det är svårt att förutsäga hur de uppträder i pannan och vad det får för konsekvenser.

Svartlut ger skumningstendenser i pannan medan lutångkondensat kan orsaka sänkt pH och känns även igen vid provtagning genom sin lukt av svavelföreningar.

Om förhöjda värden på organisk substans i matarvatten eller pannvatten konstateras eller om andra indikationer eller misstankar att svartlut eller lutångkondensat förorenat matarvattnet skall detta omgående följas upp med provtagningar, analys och åtgärder. Se 6.2.

Anm.

Permanganatindex motsvaras av enheten COD-Mn, "Chemical Oxygen Demand", där Mn står för kaliumpermanganat. COD-Mn har under senare år vid många anläggningar ersatt bestämningen av permanganatförbrukning.

1 mg COD-Mn /l motsvarar ungefär 4 mg permanganat(KMnO₄)-förbrukning /l.

Omräkning mellan COD(Mn) och TOC kompliceras av att TOC är analys av total kol och blir beroende av hur lätt nedbrytbara ämnen som finns i provet samt andel oorganiska kemikalier.

Ett lämpligt intervall för TOC som motsvarar 250 COD-Mn /l för svartlut antas ligga inom 40 – 80 mg TOC/l.

Om ett mer korrekt värde för varje bruk skall anges måste det analyseras genom bestämning av TOC i ett prov motsvarande 250 mg COD-Mn/l.

6.2 Åtgärder vid upptäckt inläckage av svartlut eller motsvarande

Nedan är riktlinjer sammanställda för åtgärder, som skall vidtas dels när mindre och dels när större mängder svartlut kommit in i pannvattnet. Gränsen mellan mindre och större mängder har satts vid en KMnO₄-förbrukning av 1000 mg/l.

1000 mg/l KMnO₄-förbrukning motsvarar ett permanganatindex (eller COD-Mn) om ca 250 mg/l.

För att personalen i sodahuset snabbt skall kunna avgöra mängden svartlut i pannvattnet bör ett värde på den konduktivitet, som motsvarar en KMnO₄-förbrukning av 1000 mg/l, (eller COD-Mn 250 mg/l) tas fram.

6.2.1 COD-Mn i pannvattnet ≤ 250 mg/l

1. Minska pannlasten till <50 % av nominellt värde.
2. Kontrollera visuellt om skumning förekommer. Om så är fallet, följ punkt 6.2.2.
3. Öka den kontinuerliga bottenblåsningen till maximalt flöde.
4. Chockblås genom samtliga bottenblåsningsventiler minst 2 gånger i timmen. Utblåsningen bör endast ske från en ventil i taget under högst 5 sekunder från varje ventil.
5. Kontrollera ångans renhet. Vid oren ånga: Minska lasten ytterligare och friblås ångan.

När COD-Mn i pannvattnet är <25 mg/l eller nått riktvärdesgränsen, kan lasten ökas under noggrann kontroll av ångans renhet.

6.2.2 COD-Mn i pannvattnet >250 mg/l

1. Avbryt luteldningen och minska pannlasten till <10 % av nominellt värde.
2. Stäng huvudångventilen och öppna startångventilen.
3. Öka den kontinuerliga utblåsningen till maximalt flöde.
4. Chockblås genom samtliga bottenblåsningsventiler minst 2 gånger i timmen. Utblåsningen bör endast ske från en ventil i taget under högst 5 sekunder från varje ventil.
5. Finns det risk för att stora mängder svartlut kommit in i pannvattnet måste vidare åtgärder övervägas, bl.a. om pannan skall köras vidare eller stoppas för inspektion och eventuellt kemisk rengöring

Om beslut tas att köra vidare och COD-Mn i pannvattnet är <25 mg/l eller nått riktvärdesgränsen ökas lasten försiktigt under noggrann observation av pannvattnets analysdata och ångans renhet.

Inspektera pannan vid närmast kommande stopp.

7 Olja i pann- och matarvatten

7.1 Riktvärden

Följande Gränsvärde enligt SS-EN 12952-12 rekommenderas:

Matarvatten och Pannvatten:

Högst 0,5 mg/liter.

Analysdata för förekomst av olja i matarvatten/pannvatten kan innehålla osäkerhet på grund av svårigheter att ta ut ett representativt prov, eftersom olja flyter på vatten. Ett snabbt och beprövat sätt att indikera förekomst av olja är att lägga en bit kamfer i fast form, på ett uttaget vattennprov. Kamferbiten ligger stilla vid oljeförekomst, ”dansar” annars. (Kamfer, $C_{10}H_{16}O$, är en bicyklisk keton som utgörs av lättflyktiga kristaller med en karakteristisk doft, finns på apotek).

7.2 Åtgärder

Vid misstänkt förekomst av olja i matarvatten eller pannvatten skall följande åtgärder vidtagas:

1. Stoppa eldningen genast.
2. Öppna startångventilen och stäng huvudångventilen.
3. Tappa ej vattnet ur pannan utan håll normal domnivå! Vid sänkning av vattennivån finns det risk att en oljefilm fastnar på tubytorna. Oljan flyter på vattenytan och det är därmed stor chans att begränsa oljekontamineringen till domen. Genom att brädda ut oljan från domen kan man undvika att smeta ut oljan i resten av pannan. Domen är lättare att sanera än vad det innebär att göra en komplett kemisk rengöring av hela pannan.
4. Kontrollera matarvattentank, kondensattankar och spåra källan till oljeinflödet, rengör vid behov.
5. Efter sanering och återstart bör det övervägas om ett lämpligt dispergeringsmedel skall doseras för att hantera eventuella oljerester. Även regelbunden blåsning av bottenlådor under en tid efter uppstart bör övervägas.
6. Åtgärderna bör utföras i samråd med vattenteknisk expertis!

8 Jonbytesmassa i pannvattnet

Finner man t.ex. vid en panninspektion eller genom att man noterar störningar eller avvikelser i matarvattentillförseln, att det kommer in jonbytesmassa eller andra beläggningsskapande ämnen i dom eller lådor, bör man överväga att ta ut en provtub från någon starkt värmebelastad position.

För att undanröja orsakerna till läckage av jonbytesmassa till matarvattnet skall omedelbara åtgärder vidtas. Vid konstaterad eller misstänkt förekomst av jonbytesmassa i pannvattnet bör följande åtgärder vidtas.

1. Prov på pannvatten från bottenlådor tas ut och filtreras, t.ex. milliporfiltrering, för att se om pannvattnet innehåller rester av jonbytesmassa. Även prov på matarvatten från ekonomiserns bottenlådor analyseras.
2. Vid spår av jonbytesmassa skall bottenblåsning av pannan göras. Även bottenlådorna skall blåsas med jämna intervall tills proverna från pannan och ekonomisern är fria från jonbytesmassa. Vid stora mängder jonbytesmassa i bottenlådor får man överväga att stoppa pannan för inspektion.
3. pH-värdet på pannvattnet följs upp med täta intervaller.
4. Om pH-värdet sjunker vidtas åtgärder enligt Kapitel 5.2.
5. Vid oförändrat, normalt pH-värde i pannvattnet kan anläggningen köras vidare till nästa planerade stopp, då en invändig inspektion av domar och bottenlådor skall utföras.
6. Vid behov kontaktas extern expertis.
7. Om man vid ett stopp upptäcker jonbytesmassa i domar eller bottenlådor bör tubprover tas ut.

För vidare åtgärder, se också rekommendation C 12.

Bilaga 1 Pannor med endast avhärdat spädvatten.

Sodahuskommittén rekommenderar att man använder avsaltat spädvatten, men samtidigt kan det vara olönsamt att investera i en avsaltningsanläggning för en del äldre, mindre anläggningar. Fosfatdosering rekommenderas för alla pannor med avhärdat spädvatten. Även i anläggningar med väl fungerande jonbytesfilter kommer det avhärdade vattnet att innehålla någon, om än mycket låg halt resthårdhet. Här finns en potentiell risk för beläggningar på värmeöverförande ytor i pannan.

För ånga gäller i princip samma riktvärden och åtgärdsnivåer för alla energianläggningar, oavsett spädvattenkvalitet (se figur 1). Den sura konduktiviteten kan dock vara högre i anläggningar med avhärdat spädvatten p.g.a. koldioxid och eventuella organiska föroreningar. Avgasad sur konduktivitet skall då ge lägre värden.

När spädvattnet endast avhärdas får pannvattnet oftast högre salthalt med annan sammansättning än om det istället hade avsaltats. Ett tillskott av natrium genom att kondensatet filtreras i avhärningsfilter får i detta fall mindre inverkan på pannvattnets alkalitet och returkondensatet behöver därför inte renas med blandbäddfilter.

I riktvärdestabellen figur 10 anges inte värden på åtgärdsnivå 3, ÅN3, för alla parametrar, utan endast för de som medför akut fara om de överskrids. I figur 9 nedan visas en sammanställning av de parametrar som har riktvärden på ÅN3 vid anläggningar med avhärdat spädvatten. De är så viktiga för anläggningen att de bör övervakas kontinuerligt.

provpunkt	hårdhet	pH-värde	Konduktivitet total	Konduktivitet sur	kiselsyra	natrium	restsyre
spädvatten	x						
matarvatten							x
pannvatten		x	x				
Ånga				x	x	x	
kondensat		x					

Figur 9: Sammanställning av de parametrar som har riktvärden på ÅN3 vid anläggningar med avhärdat spädvatten

Vid de tryckklasser som är aktuella för pannor med avhärdat spädvatten, behöver i de flesta fall inte natrium och kisel mätas kontinuerligt med on-lineinstrument. En regelbunden kontroll med manuella analyser i kombination med on-linemätning av sur konduktivitet bör ge tillfredsställande övervakning av ångkvalitén. Vid turbindrift bör även natriumhalten övervakas om värdet på sur konduktivitet är högt. Observera att den rekommenderade lägsta omfattningen av on-lineinstrument inte ger tillräcklig övervakning av vatten-ångcykeln utan måste kompletteras med manuella vattenanalyser.

En ökad on-lineinstrumentering medför en mindre omfattning av manuella analyser. On-linemätning av hårdheten efter avhärningsfiltren är inte nödvändig, även om det ger en ökad driftsäkerhet. Det räcker som regel att mäta hårdheten efter avhärningsfiltren manuellt efter regenerering och regelbundet i slutet av driftscykeln.

En övergång från avhärdat till avsaltat spädvatten kan vara förenat med risker. Erfarenhet från bruk som gått över till avsaltat spädvatten visar att läckor kan hänföras till ett renare matarvatten. Bedömningen är att det renare vattnet löser upp beläggningar i porer. Beläggningarna har i vissa fall varit tätande och när de löses upp gett upphov till läckor. Erfarenheter från ett byte av spädvatten beskrivs i Sodahuskonferensens protokoll från 2010.

Riktvärden för pannor med avhärdat pannvatten

Parameter		Matarvatten				Pannvatten	
Domtryck MPa		4 – 6				4 – 6	
Material i systemet		Cu förekommer ¹⁾		Endast Fe ²⁾			
pH	R	8,8 – 9,2		9,2 – 9,6		10,5 – 11,0	
	ÅN1	<8,5	>9,4	<8,8	>10,0	<10,3	>11,3
	ÅN2	<8,2	>9,5	<8,0	>10,5	<9,5	>11,5
	ÅN3					<9,0	>12,0
	ÅN4					Se kapitel 5	
Konduktivitet µS/cm	R	Anläggningsspecifikt Får inte vara högre än att pannvatten- kvaliteten uppfylls				<ÅN1	
	ÅN1					750 - 1800	
	ÅN2					>1,2 x ÅN1	
	ÅN3					>1,5 x ÅN1	
p-alkalitet m-ekv/kg	R					1 – 2	
	ÅN1					<0,5	>2,5
	ÅN2					<0,5	>5
	ÅN3						
kisel (SiO ₂) µg/kg	R	Anläggningsspecifikt Får inte vara högre än att pannvatten- kvaliteten uppfylls				<0,25 x ÅN1	
	ÅN1					>10 – 50	
	ÅN2					>1,25 x ÅN1	
	ÅN3						
Hårdhet °dH	R	<0,01					
	ÅN1	>0,01					
	ÅN2	>0,1					
	ÅN3						
Reststyre O ₂ µg/kg	R	<10					
	ÅN1	>20					
	ÅN2	>50					
	ÅN3	>100					
Fosfat, PO ₄ mg/kg	R					Anpassas till önskat pH-värde Risk för saltutfällning vid för mycket jämför figur 6.	
	ÅN1						
	ÅN2						
	ÅN3						
Järn, Fe µg/kg	R	<10				Anläggningsspecifikt Avgörs från fall till fall ³⁾	
	ÅN1	>20					
	ÅN2	>50					
	ÅN3						
Koppar, Cu µg/kg	R	<3					
	ÅN1	>3					
	ÅN2	>10					
	ÅN3						
Permanganatförbrukning KMNO ₄ mg/kg	R					<14	
	ÅN1					>85	
	ÅN2						
	ÅN3						

- 1) Cu gäller anläggningar med värmväxlare i koppar/kopparlegeringar
- 2) Fe gäller anläggningar utan värmväxlare i koppar.
- 3) Allmänna riktvärden för järnhalt kan inte anges, utan måste avgöras från fall till fall.

Figur 10: Riktvärden för pannor med domtryck upp till 6,0 MPa som spädmatas med avhärdat vatten och med eller utan värmväxlare av koppar ingående i systemet.