

SUMMARY

Purification of high purity condensate, Ammonexsystem

Ammoniated mixed demineralizers, operating at flow rates of 50 gpm/sq. ft. or 120 m/h, have been successfully removing suspended metal oxides formed by corrosion as well as eliminating the salts introduced by condenser weepage or leakage. Ammonia is not removed, prefilters are not required.

Reiniging van condensaat voor zeer lage zoutgehalten, Ammonex systeem

1. Inleiding

Bij vele fabrieksprocessen is uit stoom afkomstig condensaat beschikbaar, dat als proceswater of voedingwater voor ketels toegepast wordt. De toepassing van moderne keteltypen, once-through, subkritische en kritische druk, alsook de kern-energiecentrales, waren stimulansen om de reiniging van water dat in circuit blijft, te verbeteren. Aangezien bij de moderne elektrische centrales alle factoren die betrekking hebben op condensaatreiniging aanwezig zijn, zal niet nader op de reiniging van circulerend proceswater worden ingegaan. Onder proceswater van fabrieken wordt verstaan zoutloos water, dat met half- of eindproduct in aanraking komt. De aanhoudende trend naar verlaging van de investeringskosten per te installeren MW, resulteert in hoge keteldrukken en grote eenheden, maar vereist bovendien water met buitengewoon lage zoutconcentraties.

De eisen, die aan „ultra-pure-water” gesteld worden, zijn hoog; als voorbeeld kan genoemd worden:

indamprest	0,05	mg/l = 50 μ g/l
silikaat	0,02	mg/l = 20 μ g/l
ijzer	0,010	mg/l = 10 μ g/l
koper	0,002	mg/l = 2 μ g/l
hardheid	0	
koolzuur	0	
pH	9,0 - 10,0	
zuurstof	0,005	mg/l = 5 μ g/l

(1 μ g/l = 0,001 mg/l
= \approx 0,001 ppm
= \approx 1 ppb)

Boven keteldrukken van 80 ato en hoger wordt dit zoutarme water toegepast, dat als „hongerig” water bekend staat. Het water komt met diverse metalen in aanraking en neemt verbindingen op, die uiteindelijk in de ketel terecht komen. Het ketelvoedingwater bestaat als regel voor meer dan 99 % uit circulerend condensaat en voor minder dan 1 % uit make-up. Bij vermogens van 400 MW en meer zijn hoeveelheden van 1000 m³/h. condensaat normaal.

Wordt condensaatreiniging achterwege gelaten, dan ontstaan er meerdere mogelijkheden:

1.1. Vervuiling van de ketel

- corrosie- en erosieproducten accumuleren in de ketel, veroorzaken oververhitting en doorbranden van pijpen;
- corrosie door koperafzettingen;
- periodiek reinigen of zuren van de ketel;
- toename van de Δp over de ketel.

1.2. Vervuiling van de turbine

- aanslag op de turbine-schoepen, verlaging van het thermisch rendement;
- periodiek wassen.

Speciaal bij het eerste starten van een nieuwe installatie, doen zich moeilijkheden voor en later bij het herhaalde starten na iedere stilstand.

De bedrijfszekerheid neemt bij 80 ato keteldruk en hoger sterk af als een condensaatreinigingsinstallatie achterwege blijft. De kosten van reparatie, vervanging en stilstand kunnen zeer aanzienlijk zijn.

1.3. De hoeveelheden en aard van de verontreinigingen

Niet altijd realiseert men zich, dat lage concentraties aan verontreinigingen in condensaat, uitgedrukt in microgrammen per liter, μ g/l, per dag en per maand resulteren in grote hoeveelheden in de ketel (0 % spui).

optredende concentraties in condensaat	500 t/h condensaatproductie		
	kg/dag in ketel	kg/week in ketel	kg/maand in ketel
opstarten tot 5000 μ g/l	60	420	—
herhaald starten tot 200 μ g/l	2.4	16.8	—
continu-bedrijf tot 50 μ g/l	0,6	4.2	126

In het condensaat zijn te verwachten:

- niet opgeloste stoffen; corrosie- en erosieproducten;
- colloïdale stoffen; silicaatverbindingen;
- opgeloste stoffen; grotendeels in de ionvorm, verontreiniging door sporen koelwater.

(In de Nederlandse taal is geen functionele benaming gevonden om het complex verontreinigingen in condensaat te karakteriseren; schrijver dezes zou de naam *Corcolzout* willen voorstellen

Cor = corrosieproducten; Col = colloïden; Zout = zouten.)

2. Toegepaste technieken van condensaatreiniging

Aangezien het grootste gedeelte van de verontreinigingen, vooral bij starten uit niet opgeloste corrosieproducten bestaat, is filtratie in vele uitvoeringen toegepast.

Toegepast zijn:

- 2.1. Zandfilters.
- 2.2. Koolfilters.
- 2.3. Kationfilters in de H⁺- of Na⁺-vorm.
- 2.4. Conventionele mixbedfilters.
- 2.5. Kaarsen- of platenfilters met filtreerhulpmiddelen als kiezelgoer of gemalen ionenwisselaar.
- 2.6. Speciale mixbedfilters met externe regeneratie.

De installaties die uitsluitend op filtratie berusten, voldoen niet aan de eis van verwijdering van ionogene verontreiniging. De ionenwisselaar voldoet uitstekend om ionen uit water te verwijderen. Colloïdale bestanddelen zijn door hun kleine

deeltjesgrootte niet altijd door eenvoudige filtratie te verwijderen; door kiezelgoer van uiterst fijne poriën toe te passen, zijn goede resultaten te verkrijgen. In condensaat is de concentratie aan colloïdale stoffen niet groot en deze laat zich uitstekend door ionenwisselaar verwijderen. De ladingen van de ionenwisselaar hebben een uitstekend effect op verwijdering van colloïdale deeltjes zoals die in condensaat voorkomen.

De conventionele mixbedfilters zijn voor condensaatreiniging niet zo geschikt omdat de onopgeloste corrosieproducten zich op de bovenlaag verzamelen en de weerstand snel doen toenemen. Door terugspoelen zijn de vaste bestanddelen niet goed te verwijderen.

Combinaties van mechanische filtratie en ionenwisseling komen dan ook het meest voor.

Een précoat filter uitgevoerd als kaarsenfilter met daarop aangebracht kiezelgoer of gemalen ionenwisselaar, filtreert uitstekend af en neemt een beperkte hoeveelheid ionen op. Soms wordt een préfilter opgesteld met daarachter een conventioneel mixbedfilter. De combinaties hebben het grote bezwaar, dat zij gecompliceerd zijn en relatief hoge investeringen vergen.

3. Te stellen eisen aan de reinigingsinstallatie

Het grote voordeel van een mixbed is de grote capaciteit voor ionverwijdering. Wanneer een *kleine* lekkage van koelwater bij de condensor het condensaat verontreinigt, moet het niet nodig zijn de stroom-stoom-unit met een vermogen van honderden MW's direct uit bedrijf te nemen, ook al omdat kleine lekkages moeilijk zijn te lokaliseren.

Anderzijds moeten de geringe lekkages geen problemen oproepen van ketel- en turbinevervuiling. Bij een plotseling optredend *groot* lek bij de condensor, kunnen panieksituaties ontstaan omdat de ketel-turbo-unit zeer snel uit bedrijf moet. Ook hier is de plaatsing van een mixbed in het condensaatcircuit een uitkomst, omdat meer tijd beschikbaar is om de gehele unit af te zetten en geen waterproblemen voor ketel of turbine ontstaan. Toepassen van een mixbed bij de condensaatreiniging ligt dus voor de hand.

4. Plaats van de installatie

Gegeven het feit, dat verontreinigingen uit het gehele circuit aan het condensaat afgegeven worden, zal plaatsing juist vóór de ketel ideaal zijn. De ervaring leert dan ook, dat de totale afwezigheid van onopgeloste en opgeloste stoffen in

het voedingwater, de minste moeilijkheden geven in de ketels. De watertechnologie is niet zover dat zij dit kan verwezenlijken; de hoge druk en vooral de hoge temperatuur van het voedingwater geven problemen. De hoge voedingwaterdruk levert geen technisch maar een financieel probleem op. Afb. 1 laat een mixbedinstallatie zien, die werkt bij een druk van 28 ato, een bedrijfstemperatuur heeft van 50° C en 500 t/h condensaat verwerkt. De temperatuur vormt een probleem voor de toe te passen ionenwisselaar, vooral de anionwisselaar. Boven 50° C neemt de uitwisselingscapaciteit snel met de tijd af. Wanneer de anionwisselaar bij bijv. 120° C op een kaarsenfilter wordt toegepast, is na enkele uren de sterk basische capaciteit voor SiO₂-opname verdwenen en moet de anionwisselaar afgevoerd worden. Zolang geen anionwisselaar voor hoge temperaturen beschikbaar is, zal men met de anionwisselaar niet hoog in temperatuur moeten gaan.

De mixbedfilters zullen, ook wanneer sterk-basische anionwisselaar werkend bij hoge temperatuur beschikbaar komt, hun plaats bij condensaatreiniging blijven behouden. De toekomst zal leren of aanvullende mechanische filtratie onder hoge druk tussen voedingpomp en ketel economisch haalbaar is.

5. Het conventionele mixbed

5.1. Verstopping bovenlaag

Zoals reeds onder 2 uiteengezet, bestaat de kans, dat de bovenlaag van het harsbed verstopt. Door toepassing van zeer hoge percolatiesnelheden van ca. 120 m/h., treedt dit verschijnsel niet op en verspreiden zich de onopgeloste verontreinigingen in diepere lagen, en treedt geen plotselinge verhoging van de weerstand op. Bij een conventioneel mixbed worden percolatiesnelheden van rond 25 m/h. toegepast.

5.2. Ammoniak

Bij moderne ketelinstallaties met hoge drukken vraagt men mede in verband met de hoge warmtebelastingen, zoutvrij water. De corrosie die veroorzaakt wordt door zoutvrij-water is niet gering. Inplaats van toepassing van aminen, wordt ammoniak aan het zout- en koolzuurvrije water gedoseerd tot pH's van 8-10. Hoge pH versnelt de corrosie van koperlegeringen en vereist een pH lager dan 9. Verkleining van het oppervlak aan koper werkt gunstig. De trend is aanwezig om koper door het goedkopere staal te vervangen, waardoor het mogelijk wordt de pH hoog aan te houden en minimumaantasting van ijzer te verkrijgen, ca. 9,6. Het ammoniakgehalte in het condensaat is voor het instellen en handhaven van de pH bij minimaal aantasting van ijzer en koper van veel belang. Het kationgedeelte van het mixbed verwijdert ammoniak en heeft tot gevolg, dat het mixbed doorslaat op geleidbaarheid; het grootste gedeelte van de hars is dan niet uitgeput.

Het conventionele mixbed is dan ook weinig geschikt om de grotere hoeveelheden ammoniak te verwijderen, die het gevolg zijn van hogere gewenste ammoniakconcentraties; de bedrijfstijd van een conventioneel mixbedfilter gaat sterk achteruit als ammoniakhoudend condensaat van bijv. pH 8,5 op pH 9,5 gebracht wordt.

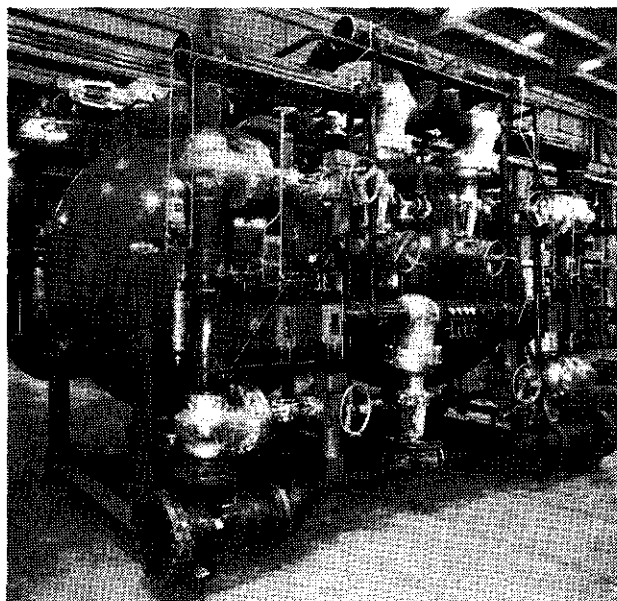
5.3. Percolatiesnelheden

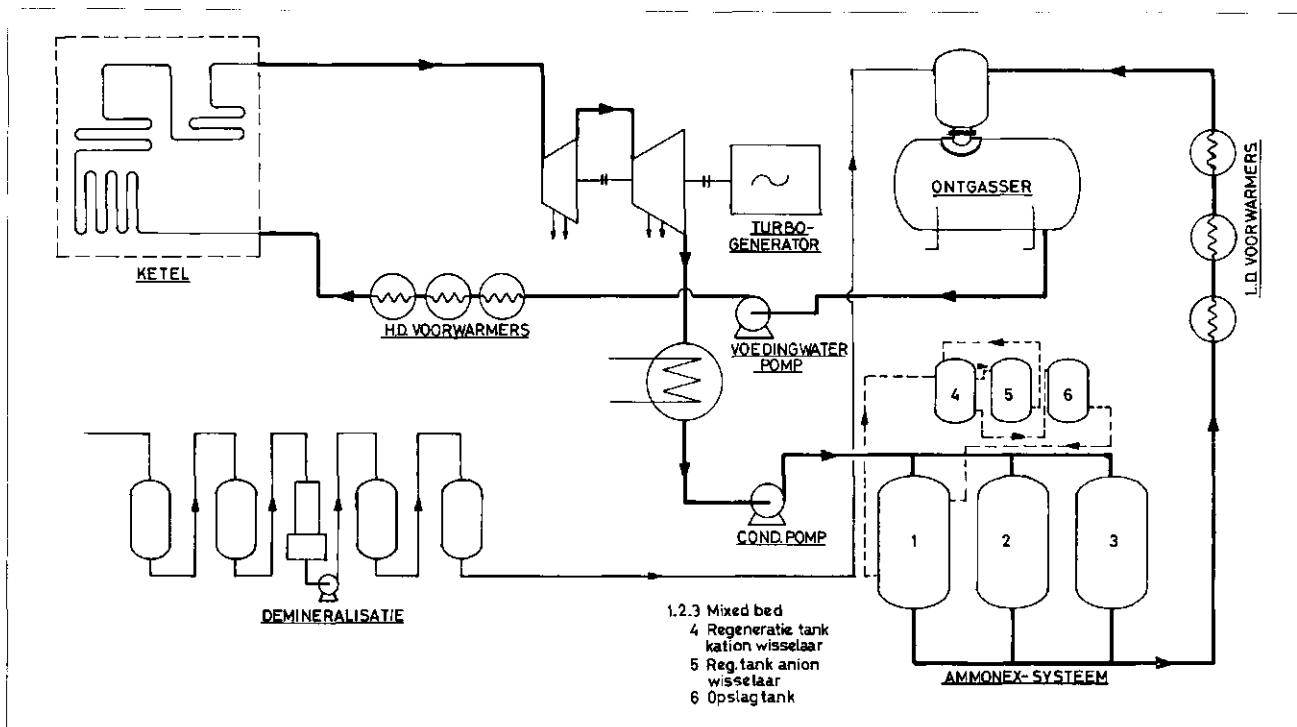
Verhoging van de percolatiesnelheid tot 120 m/h. heeft tot gevolg, dat de investeringsprijs relatief laag kan zijn; de omvang van de installatie wordt beperkt door het kleine volume wisselaar.

Uiteraard dient de constructie aangepast te zijn aan deze hoge snelheid. Vooral de bodemconstructie vergt om een gelijkmatige verdeling te krijgen bij lage weerstand, veel inventiteit.

5.4. Gevaar van verontreiniging door regeneratiechemicaliën
Zuur en loog mogen onder geen voorwaarde in het condensaatstelsel terechtkomen. Afdoende bescherming geeft een

Afb. 1 - Condensaatreiniging, 500 t/h, 28 ato.





Afb. 2 - Condensaat reiniging-Ammonex-systeem.

systeem waarblij de regeneratie extern plaats vindt, d.w.z. zoutzuur en natronloog niet gedoseerd worden in het bedrijfsfilter maar in aparte tanks.

6. Het Ammonex-systeem voor condensaatreiniging

Uit het voorgaande blijkt, dat condensaatreiniging een complex van problemen bezit. Vandaar, dat het jaren van onderzoek en ervaring gekost heeft om een systeem te ontwikkelen, dat beantwoordt aan de vele eisen, die condensaatreiniging ter verkrijging van ultra-pure water stelt. Daarbij moest de installatie *eenvoudig* en de investering *laag* blijven. Sinds 1962 is door Cochrane USA een proces ontwikkeld op basis van het mixbed. Vooral omdat een mixbed een grote capaciteit voor ionen en volume bezit om zouten uit water te verwijderen.

6.1. Beschrijving van het proces

Het conventionele mixbedfilter, sinds jaren toegepast bij de demineralisatie van ruwwater, heeft vullingen kation- en anionwisselaar, veelal in de volumeverhouding 1 : 3. Het te reinigen water geeft ionen af aan het harsbed en is na zekere tijd verzadigd. Na afsluiten van de waterstroom worden kation- en anionwisselaar gescheiden en geregenereerd; de kationwisselaar met zoutzuur, de anionwisselaar met natronloog. De wisselaars worden dan beladen, de kationwisselaar met H⁺-ionen en de anionwisselaar met OH⁻-ionen. Na uitspoelen van de overmaat chemicaliën en menging van de wisselaarsoorten, is het filter weer bedrijfsklaar. Afhankelijk van de zoutconcentraties in het toegevoerde water zal het mixbed uren en dagen de opgeloste zouten uit het water verwijderen, totdat de zoutconcentratie in het afgevoerde water bepaalde waarden gaat overschrijden en het filter opnieuw moet worden geregenereerd. Het effluent bevat zeer lage concentraties aan zouten, gemeten in geleidbaarheid van enkele tienden μ S.

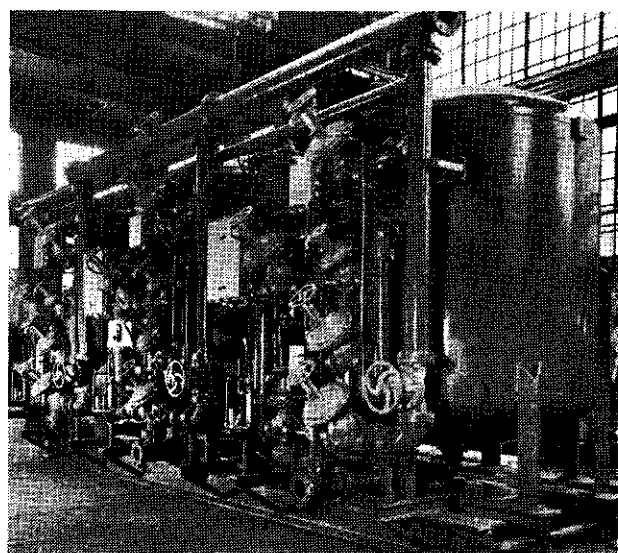
Bij het Ammonexsysteem, zie afb. 2, wordt na doorslag van het bedrijfsfilter 1, 2 of 3 de wisselaarvulling via een pijpleiding overgebracht naar een andere tank, de z.g. scheidingstank 4. In tank 6 bevindt zich geregenereerde wisselaar die overgebracht wordt naar het zo juist geleegde bedrijfsfilter. Terwijl voor regeneratie bij een conventioneel mixbed

ca. 5 uren het bedrijfsfilter geen waterproductie heeft, komt bij externe regeneratie het bedrijfsfilter binnen 1 uur weer beschikbaar voor waterproductie.

In scheidingstank 4 worden door opspoelen kation- en anionwisselaar nauwkeurig gescheiden. Hierna wordt de anionwisselaar overgebracht naar regeneratietank 5. De kationwisselaar wordt geregenereerd in tank 4 en de anionwisselaar in tank 5. Vóór de regeneratie worden de vullingen gespoeld. De kation- en anionwisselaars kunnen, afhankelijk van het doel dat gesteld wordt, behandeld worden met ammoniak. De harsvullingen worden gemengd en overgebracht naar opslagtank 5. De vulling is dan beschikbaar om overgebracht te worden naar een bedrijfsfilter 1, 2 of 3.

De bedrijfstijd van een Ammonex-filter bedraagt door de ongevoeligheid voor ammoniak in de bedrijfsvorm een veelvoud van het gebruikelijke filter, gemeten zijn 10 x langere

Afb. 3 - Ammonex-filters.



looptijden. Het aantal regeneraties bij een Ammonexfilter is dan ook minimaal, bedrijfstijden van 30 en 60 dagen zijn niet abnormaal.

Nu wordt regelmatig getracht bij een bestaand mixbedfilter het kationgedeelte intern met ammoniak te behandelen en men merkt dan, dat de lek tijdens bedrijf aan natriumionen veel groter is dan van het Ammonexfilter, dat een lek geeft beneden 1 $\mu\text{g/l}$ Na⁺-ionen.

De oorzaak is te vinden in de gebrekkige scheidingstechniek van een conventioneel mixbed. Deeltjes anionwisselaar komen in het kationgedeelte terecht en kationdeeltjes in de anionhars. Dit laatste veroorzaakt belading van natrium tijdens regeneratie met NaOH. De partikels kationwisselaar kunnen ook gekraakt en te laag in gewicht zijn. Behalve een juiste scheidingstechniek zijn derhalve niet alle soorten wisselaar zonder meer toe te passen. Selectie van kwalitatief goede harsen is een vereiste.

De spoeltechniek bij externe regeneratie vindt plaats met meer raffinement aangezien de bodemconstructie aangepast is aan dit enkele doel, bij een conventioneel mixbed moet de bodem meerdere functies verrichten wat tot een compromis resulteert.

6.2. Ammoniakverwijdering in een mixbed

Ammonexfilters blijken onopgeloste en opgeloste partikels uitstekend te verwijderen, garanties worden gegeven waarbij aan totaal ijzer minder dan 5 $\mu\text{g/l}$, silikaat 5 $\mu\text{g/l}$ SiO₂ voor koper 2 $\mu\text{g/l}$ optreedt.

Dit prachtige resultaat wordt behaald zonder préfilters; préfilters zijn bij toepassing van het Ammonexsysteem overbodig geworden. Het plaatsen van een wisselaarvanger achter de bedrijfsfilters dient evenals bij iedere ionenwisselaarinstallatie overwogen te worden.

Na meerdere jaren ervaring met het Ammonex-systeem zijn de volgende reële waarden verkregen bij de behandeling van ketelcondensaat; zie tabel 1.

TABEL I - Bedrijfsresultaten met Ammonexfilters

	Condensor- uitlaat	Uitlaat Am- monexfilters
onopgeloste stoffen		
— abnormaal, opstarten $\mu\text{g/l}$	5-20	< 10
— normaal, $\mu\text{g/l}$	500-2000	< 25
geleidbaarheid, zonder NH ₄ ⁺		
— normaal, μS	0,2-0,4	0,10
— abnormaal μS	1,0-120	< 1,0
pH		
— normaal,	9,2-9,7	9,2-9,7
— abnormaal	—	—
ijzer		
— normaal, $\mu\text{g/l}$	5-20	< 5-10
— abnormaal $\mu\text{g/l}$	500-2000	< 25
koper		
— normaal, $\mu\text{g/l}$	2-5	< 2
— abnormaal $\mu\text{g/l}$	5-100	< 5
silikaat		
— normaal, $\mu\text{g/l}$	5-20	< 5
— abnormaal $\mu\text{g/l}$	20-200	< 10
chloride		
— normaal, $\mu\text{g/l}$	5-30	< 10
— abnormaal $\mu\text{g/l}$	30-7000	< 25
natrium		
— normaal, $\mu\text{g/l}$	5-30	< 5
— abnormaal $\mu\text{g/l}$	30-7000	< 25

De tabellen II, III, IV en V laten de bedrijfsresultaten zien van verschillende systemen condensaatreiniging. Opvallend is hierbij, dat de précoatfilters geen opgeloste verbindingen verwijderen maar alleen onopgeloste oxyden. Het bedrijfsresultaat van een poederharsfilter ligt goed ten aanzien van mechanische filtratie maar de ionenuitwisseling is marginaal; bij het Ammonexsysteem wordt alles in één trap verwijderd tegen de laagste bedrijfskosten.

TABEL II - Verwijdering bij verschillende soorten filters van: opgeloste zouten

	type filter		
	précoat	poederhars	Ammonex- mixbed
Basis: condensaat, normale samenstelling: 30 ppb			
Gegevens condensaat, abnormale samenstelling: 1550 ppb productie : 1500 t/h			
Uitwisselcapaciteit	geen	100 g/kg	600 meq/l
Hoeveelheid anionhars per unit in l.	geen	50	1240
Capaciteit per unit in meq	geen	* 34.000	724.000
Belasting in t/h	500	500	500
Opbrengst water per run in t. bij 30 $\mu\text{g/l}$ zouten	—	56.000	1.230.000
Bedrijfstijd in dagen	—	4.7	102
Opbrengst water per run in t. bij 1550 $\mu\text{g/l}$ zouten.	—	1.080	23.600
Bedrijfstijd per unit in uren bij 1550 $\mu\text{g/l}$ zouten	—	2.1	48
1000 $\mu\text{g/l}$ zouten	—	3.2	73
Aantal regeneraties of coatings per jaar voor condensaat met 30 $\mu\text{g/l}$ opgeloste zouten, excl. restarts	—	226	12
Bedrijfskosten voor chemicaliën en uitwisselaar bij normaal condensaat met 30 $\mu\text{g/l}$ zouten	—	f 242.000	f 14.400 **

* De cap. is gebaseerd op doorbraak bij niet volledige uitputting.

** Deze kosten betreffen 27 regeneraties per jaar, 60 dagen looptijd, 10% harsvergruizing, 9 restarts, US-prijzen.

TABEL III - Verwijdering bij verschillende soorten filters van: onopgeloste ijzeroxyden

	type filter		
	précoat	poederhars	Ammonex mixbed
basisgegevens: 10 $\mu\text{g/l}$ Fe, 1590 t/h condensaat.			
Capaciteit voor oxyden	0,05 kg/kg	0,05 kg/kg	2,1 g/l
Hoeveelheid précoating of hars per liter	35 kg	50 kg	3,8 m ³
Totaal afgefilterde oxyden per unit in kg.	1,75	2,5	7,7
Productie per unit in t/h	530	530	530
Opbrengst water per run in t.	184.000	270.000	800.000
Bedrijfstijd in dagen	14.5	21	65
Aantal regeneraties of coatings per jaar bij normaal condensaat	75	51	18
Aantal regeneraties of coatings voor restarts, p. jaar	18	18	9
Totaal regeneraties of précoatings per jaar	93	69	27
Regeneratie- of coatingskosten per jaar (chemicaliën en hars)	f 3.850 *	f 73.000	f 14.400
Kosten van zuren en vervanging filterkaarsen, per jaar	f 7.200	f 18.000	geen
Totale kosten per jaar	f 11.050	f 91.000	f 11.400
Filtertijd met 1000 $\mu\text{g/l}$ Fe (abnormaal condensaat) in uren	3.5-5,0	5-10	16-32

* US-prijzen.

TABEL IV - Verwijdering bij verschillende soorten filters van:
opgelost silicaat

basisgegevens: 10 µg/l SiO₂, 1500 t/h condensaat.

	type filter		
	précoat	poederhars	Ammonex-mixbed
Uitwisselcapaciteit voor SiO ₂	geen	0,007 kg/kg	46 meq/l
Hoeveelheid anionwisselaar	geen	16,5 kg of 60 l.	1240 l.
Uitwisselcapaciteit per unit in meq.	—	116.000	2.850.000
Productie per unit in t/h.	500	500	500
Opbrengst water per run in t. bij 10 µg/ SiO ₂	—	13.800	344.000
Bedrijfstijd per unit in uren	—	1,2	29
Aantal regeneraties of coatings	—	900	36
Bedrijfskosten voor regeneraties of précoatings	—	f 950.000	f 24.200 *

* 30 dagen bedrijfstijd, 10% harsvergruizing, 45 runs per jaar, US-prijzen.

TABEL V - Vergelijking van bedrijfsresultaten bij verschillende soorten filters

basisgegevens: 1500 t condensaat.

	type filter		
	précoat	poederhars	Ammonex-mengbed
Tankdiameter in cm	122	137	229
Aantal filters	3	3	3
Filtreeroppervlak in m ²	50	50	4,1
Productie per filter in t/h	50	50	50
Percolatie-snelheid in m/h.	10	10	120
Précoat of poederhars per m ²	700 g Solka-Floc	1000 g poederhars	—
Totaal aan précoat, poederhars of ionenwisselaar	35 kg	50 kg (150 l. nat)	3700 l (1370 kg droog)
Verhouding kation : anion uitwisselaar	—	2 : 1	2 : 1
Kosten van précoat of poederhars	f 1,20/kg.	f 22,—/kg	f 4,20/l.* f 11,50 p. kg (droog)
Kosten per run	f 42,—	f 1.100,—	f 520,—

* Gebaseerd op 10% harsvergruizing per jaar (extreem), 60 dagen bedrijfstijd, US-prijzen.

Het gedrag van een mixbed waarvan de kationhars met NH₄⁺ beladen is geeft iets andere resultaten dan een H⁺-beladen hars. Is de kationhars geammoniceerd, dan is de NH₄⁺-concentratie van het condensaat vóór en na het mixbedfilter gelijk! Natrium wordt door een NH₄⁺ beladen kationhars goed verwijderd. In de opgegeven literatuur zijn proeven beschreven waarbij een condensorlek geënsceerd is door koelwater aan het condensaat toe te voegen en het gedrag van een Ammonexfilter met NH₄⁺-beladen hars na te gaan; de zouten worden goed verwijderd, de ammoniakconcentratie van het effluent is in een dergelijk geval hoger. Bij condensorlekkage is het aan te bevelen de kationhars in de H⁺-vorm te gebruiken, bij het Ammonexsysteem kan een vulling H⁺ beladen hars beschikbaar worden gehouden.

6.3. Natriumlek

Bij een mixbed van normale uitvoering komt de natrium- en ammoniakdoorbraak vrijwel gelijktijdig omdat geen speciale voorzieningen zijn getroffen. Een dergelijk filter is niet geheel uitgeput en zal een korte looptijd hebben.

Bij het Ammonex-systeem wordt de doorbraak van natrium en ammoniak gescheiden en komt de nadruk op het doorslaan van natrium te liggen. Bij het Ammonex-proces zijn de invloeden op de natriumlek geëlimineerd en treedt tijdens bedrijf een bijzonder lage lek aan natrium op.

Uitvoerige proeven hebben bewezen, dat de natriumconcentratie onbelangrijk hoger wordt als aan het condensaat, dat naar het mixbed gaat, grote hoeveelheden natrium gedoseerd worden.

Wil men de natriumconcentratie continu meten, dan kan de natriumselectieve elektrode worden toegepast. Vooral bij „once-through” ketels en de daarbij behorende turbines zijn extra lage natriumconcentraties van groot belang.

In vele gevallen is meting van de geleidbaarheid in het effluent voldoende nauwkeurig.

Literatuur

1. Crits, G. J. and Zahn, W. H., „Ammoniated Mixed Bed Demineraliser Experiences in Condensate Purification”. American Power Conference - April 1968.
2. Snel, A., *Condensaatreinigingsmogelijkheden en hun toepassing*. Electrotechniek no. 16, 12 augustus 1965.
3. Fischer, A., *Die Aufbereitung von Kondensat in deutscher und amerikanischer Sicht*. Energie no. 10, oktober 1964
4. Crits, G. J., Mixed-bed condensate polishing Power Engineering, maart 1968.
5. Kennedy, C. M., Meyers, P. S. and Crits, G. J., *Experience with high rate ammoniated Mixed Beds for Condensate Polishing at Cipsco, Coffeen Station*. Twenty-eighth Annual Int. Water Conf. Pittsburgh, Pa, Dec. 13, 1967.