

MINSKNING AV AMMONIUMHALT I RÖKGASKONDENSAT

RAPPORT 2015:194



BRÄNSLEBASERAD EL-
OCH VÄRMEPRODUKTION



Minskning av ammoniumhalt i rökgaskondensat

BARBARA GOLDSCHMIDT, LINDA WIIG, MARI LORD

ISBN 978-91-7673-194-9 | © 2015 ENERGIFORSK

Energiforsk AB | Telefon: 08-677 25 30 | E-post: kontakt@energiforsk.se | www.energiforsk.se

Förord

Denna rapport är slutrapportering av projekt M 38672 Kostnadseffektiv minskning av kväveutsläpp i rök-gaskondensat (Energimyndighetens projektnummer P 38672) som faller under teknikområde material- och kemiteknik inom SEBRA, samverkansprogrammet för bränslebaserad el- och värmeproduktion.

Projektet har följts av en referensgrupp bestående av Lena Loren, General Electric Power; Anna Edebo, E.ON och Jinying Yan, Vattenfall.

SEBRA, samverkansprogrammet för bränslebaserad el- och värmeproduktion, är efterföljaren till Värmeforsks Basprogram och startade som ett samarbetsprogram mellan Värmeforsk och Energimyndigheten 2013. All forskningsverksamhet som bedrevs inom Värmeforsk ingår sedan den 1 januari 2015 i Energiforsk. Därför ges denna rapport ut som en Energiforskrapport.

Programmets övergripande mål är att bidra till långsiktig utveckling av effektiva miljövänliga energisystemlösningar. Syftet är att medverka till framtagning av flexibla bränslebaserade anläggningar som kan anpassas till framtida behov och krav.

Programmet är indelat i fyra teknikområden: anläggnings- och förbränningsteknik, processtyrning, material- och kemiteknik samt systemteknik.

Stockholm januari 2016

Helena Sellerholm

Områdesansvarig

Bränslebaserad el- och värmeproduktion, Energiforsk AB

Författarnas förord

Projektet har genomförts med finansiellt stöd från Energimyndigheten.

KONTAKTADE ANLÄGGNINGAR

Representanter för följande anläggningar har ställt upp med sin tid, försett projektet med information och varit behjälpliga med provtagning:

Bristaverket i Märsta, Värmeverket i Eksjö, Händelöverket i Norrköping, Igelstaverket i Södertälje, Moskogen i Kalmar och Bomhus Energi i Gävle.

För kontaktpersoner och kontaktinfo se bilaga A.

Stort tack till alla!

AVFALL SVERIGES RAPPORT E2013:05

Drifterfarenheter från behandling av ammoniakhaltigt survatten från sex olika avfallsförbränningsanläggningar och en samförbränningsanläggning har sammanställts i Avfall Sveriges rapport "Erfarenheter från behandling av ammoniakhaltigt survatten från avfalls- och samförbränningsanläggningar" (rapport E2013:05). Fyra av anläggningarna återför ammoniakhaltigt survatten till eldstaden. I bilaga A, avsnitt A.2.1-A.2.4, återfinns utdrag ur Avfall Sveriges rapport med drifterfarenheter från de fyra anläggningarna ovan.

Tack till Avfall Sverige!

Sammanfattning

Den höga ammoniumhalten i rökgaskondensat är till stor del en följd av att SNCR-teknik används för att minimera NO_x -utsläppet till luft från förbränningsanläggningarna. Överskottsammoniak från SNCR-anläggningen hamnar i rökgaskondensat hos anläggningar med rökgaskondensering. Anläggningarna kan välja mellan ett antal alternativ för att inte belasta recipienten med ammonium:

- Ammoniumabsorption i quench/sursteg och återföring av survatten till panna
- Rening med RO och återföring av rejekt till panna, quench eller våttorr stoftrening
- Rening med ammoniakkontaktmembran
- Rening med ammoniakstripper

I denna rapport diskuteras erfarenheter från biobränsle- och avfallseldade anläggningar som använder sig av ett eller flera av ovanstående alternativ för att begränsa utsläppen av ammonium till vatten. Som jämförelse diskuteras också erfarenheter från en anläggning som använder slip-SCR för att minimera ammoniakhalten i rökgas och därmed också ammoniumhalten i rökgaskondensat.

Åtta anläggningar har besökts inom ramen för projektet och intervjuats om sina erfarenheter. I samband med besöken togs stickprov på rökgaskondensat ut för analys.

I rapporten diskuteras drifterfarenheter. Reningsteknikernas prestanda jämförs baserat på uttagna kondensatprover samt kompletterande data från anläggningarna. Kostnader för de olika alternativen diskuteras också i rapporten.

Alla teknikerna har potential att klara en reningsgrad på 90% eller högre.

Totalkostnaden för ammoniumavskiljning uppskattas till cirka 50 SEK/kg kväve för de två alternativen med quench/sursteg eller RO. Båda dessa alternativ kräver dock att man kan återföra en delström av survatten eller kondensat till t ex pannan.

För de två alternativen med kontaktmembran eller stripper har kostnaden beräknats till cirka 250 SEK/kg kväve.

SCR-alternativet har en mycket högre beräknad totalkostnad. Med SCR når man dock en lägre NO_x -emission än med SNCR, vilket ger en lägre årlig kostnad i NO_x -avgiftssystemet. Om denna kostnadsbesparing räknas in blir årskostnaden för SCR-alternativet inte högre än årskostnaden för stripper eller kontaktmembran. I vissa fall skulle SCR-alternativet till och med kunna konkurrera med quench/survattenåterföring eller RO-rejektåterföring till pannan.

Sökord: Rökgaskondensering, rökgaskondensat, survatten, kondensatrening, vattenrening, ammoniakavskiljning

Summary

Key words: Waste water treatment, flue gas condensation, ammonia removal

TECHNOLOGIES

NO_x reduction by SNCR or SCR

In order to reduce NO_x emissions from the boiler, most medium size and large biofuel and waste fired plants today use SNCR (selective non-catalytic reduction). SNCR systems normally use 25 % ammonia (NH₃), which is injected into the boiler where it reacts with NO_x which consequently is converted into nitrogen (N₂).

Unlike SCR (selective catalytic reduction), where NO_x is reduced by NH₃ in the flue gas duct downstream of the boiler at a significantly lower and more controlled temperature, SNCR takes place at high temperatures, around 900-950 °C. The temperature in the boiler also varies with the boiler load, unlike the more constant temperature downstream of the boiler. When the temperature varies the efficiency of the SNCR system changes and thereby also the need for NH₃. What distinguishes SNCR is also that some of the injected NH₃ will be unavailable to the NO_x reduction reaction, either because it is consumed due to the high temperature or because it is not evenly distributed inside the boiler.

It is therefore much more difficult to dose the exact amount of required NH₃ into a SNCR plant than into a SCR plant. Usually, a certain amount of overdosing is applied, why some NH₃ remains unreacted and is emitted together with the flue gas, the so-called NH₃ slip.

NH₃ is very water-soluble, why the main part of the NH₃ slip of the flue gas ends up in the flue gas condensate as NH₄ (or in fact NH₄⁺OH⁻), if the plant has flue gas condensation.

Therefore, in plants with flue gas condensation the NH₃ slip in the flue gas normally will not become critical. Also with rather high overdosing of NH₃ in the SNCR system the NH₃ emissions to air will still be low. Instead there will be problems with too high NH₄ concentrations in the flue gas condensate. The limits for NH₄ in flue gas condensate, which is discharged to recipient, are normally so low that NH₄ must be removed from the condensate before discharge.

A number of alternative technologies for NH₄ removal are used today:

- Ammonium absorption in quench and return of acidic water to boiler
- Removal with RO and return of RO reject to boiler, quench or semi-dry flue gas cleaning
- Removal with ammonia contact membrane
- Removal with ammonia stripper

Instead of removing NH₄ from the flue gas condensate by one of the above mentioned methods, slip SCR can be used to reduce the amount of NH₃ in the flue gas in order to

reach NH_4 concentrations in the condensate low enough to comply with the emission limits to water.

The different removal methods are presented here:

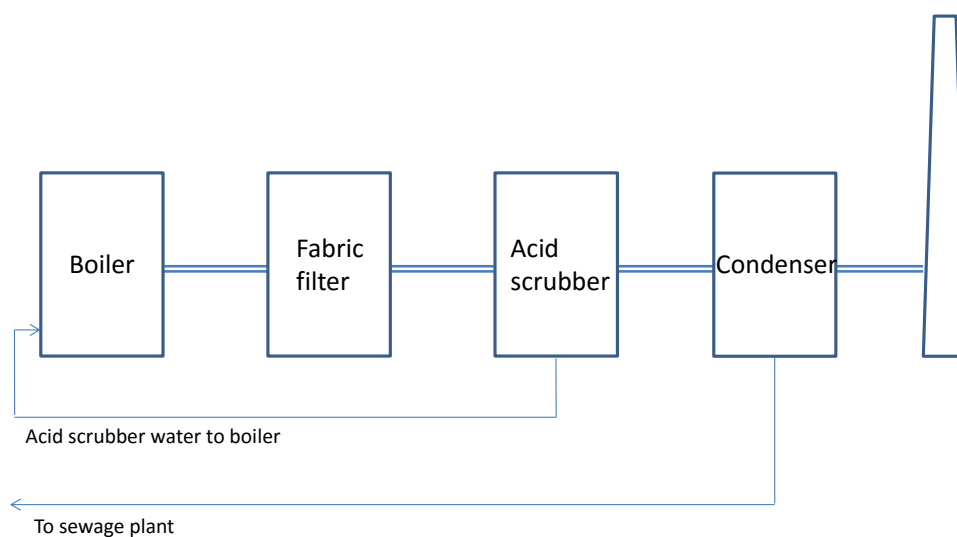
Absorption of ammonium in quench

NH_3 is very water-soluble, why the main part of the flue gas NH_3 slip ends up in the flue gas condensate as NH_4 (or in fact NH_4^+OH^-), if the plant has flue gas condensation. The absorption of NH_3 is facilitated by a low pH, i.e. a high concentration of H^+ in the water. Waste fired plants, where the flue gas is scrubbed and condensed in several steps, often have a low pH in the first step since the chlorides of the flue gas are scrubbed out here. The first step is therefore often called acidic step or chloride step. Sometimes it is called quench since quenching takes place in the inlet to the scrubber. The term quench is used by some of the plants that were visited in the project and has therefore been included in the report.

In waste fired plants the quench/acidic step usually has its own water circulation circuit. The bleed from the quench, the so-called acidic water, can be cleaned separately or together with the rest of the flue gas condensate after neutralisation. The acidic water flow constitutes a smaller part of the total condensate flow since the cooling to the district heating network, and thereby also the condensing of damp from the flue gas, takes place in the next step. Since the acidic water flow is that limited and only corresponds to a smaller part of the fuel moisture, it is basically possible to return the entire acidic water flow to the boiler. For the return of acidic water to work in practice, the return needs to be designed to prevent corrosion problems in the boiler.

In addition, the risk of chloride accumulation in the flue gas has to be considered. Unlike the NH_4 content of the acidic water, which is burned up at the return to the boiler, the chloride content of the acidic water passes to a large extent unaffected through the boiler and ends up in the flue gas again for another turn. In waste fired plants this is usually not a problem since they are equipped with lime dosing and fabric filter where chloride and sulphur are removed. A number of today's waste fired plants have acidic water return to the boiler.

Biofuel fired plants normally have only one condensing step without separate quench/acidic step, since the need for scrubbing out contaminations from the flue gas is not the same as for waste firing. Some of the newer biofuel fired plants have been equipped with quench though, in order to enable acidic water return and thereby simpler condensate cleaning. To minimise the risk for accumulation of chloride and consequently corrosion in boiler and flue gas ducts, these biofuel fired plants have usually been equipped with lime dosing to fabric filter. Not only chloride, but also mercury is to a large extent present in the flue gas phase without being bound to dust. Therefore, the fabric filter may need addition of activated carbon as well, so that the mercury is removed in the filter and not accumulated in the system because of the acidic water return.



Figur 1. Anläggning med NH_3 -avskiljning i quench

Figure 1. Plant with NH_3 removal in quench

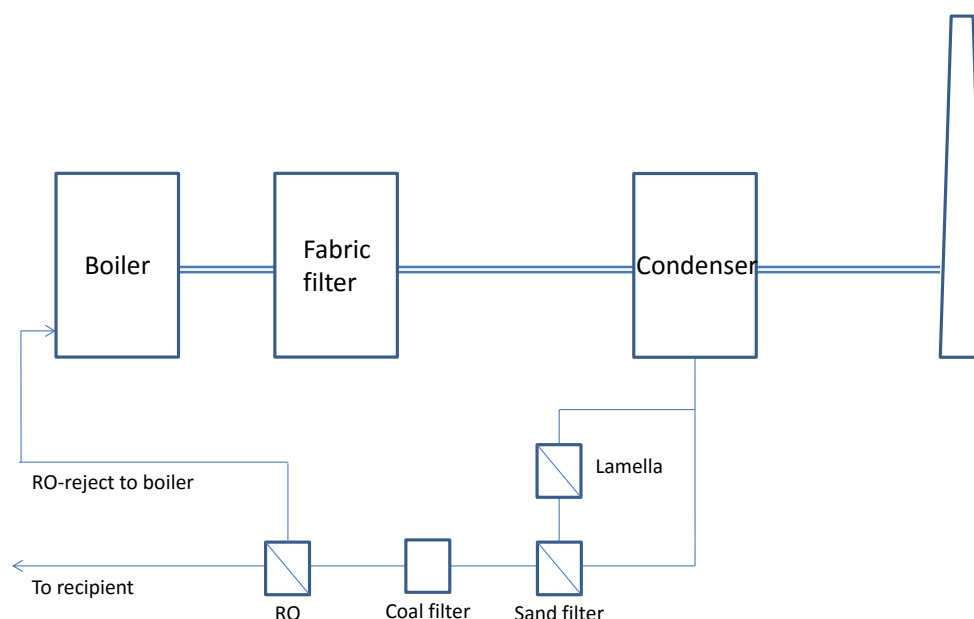
Condensate cleaning by RO

Some flue gas condensate cleaning plants are equipped with RO, where the condensate is cleaned to the extent that the cleaned condensate (the permeate) can be recycled and used in the make-up water cleaning as substitute for purchased raw water. In RO, NH_4 is sometimes removed and discharged with the waste water stream from the RO (the reject).

In biofuel fired plants, the RO reject is sometimes clean enough to be discharged. In waste fired plants this is not the case and the reject has to be taken care of. Possible depositing places for the RO reject are usually either the quench or semi-dry flue gas cleaning, which both can handle feeding with contaminated water.

If the plant is not equipped with quench or semi-dry flue gas cleaning, the RO reject may be returned to the boiler. However, the RO reject flow corresponds typically to 20-25 % of the condensate flow, which is significantly more than the quench bleed that normally corresponds to 5-10 % of the condensate flow. A medium size boiler of 80 MW therefore needs to be able to receive several m^3/h of RO reject, compared to the normal few 100 l/h and up to 0,5-1 m^3/h of acidic water.

Chlorides in the flue gas condensate are removed in the RO, i. e. they stay in the RO reject. Also when recycling the RO reject it is therefore necessary to be observant of the risk of accumulation of chloride and consequently corrosion in the boiler and flue gas ducts. Lime dosing to fabric filter is therefore recommended also in this case.



Figur 2. Anläggning med NH_4 -avskiljning i RO

Figure 2. Plant with NH_4 removal in RO

Plants with RO often use particle removal with UF before RO. In some cases sand filter is used for particle removal, as in the figure above. UF removes more particles than sand filter, but usually needs more supervision and maintenance than a sand filter. Among the plants visited within the project there are both UF and sand filter installations before RO, alternatively before a contact membrane or a stripper which also require advanced pre-filtration.

Condensate cleaning by ammonia membrane

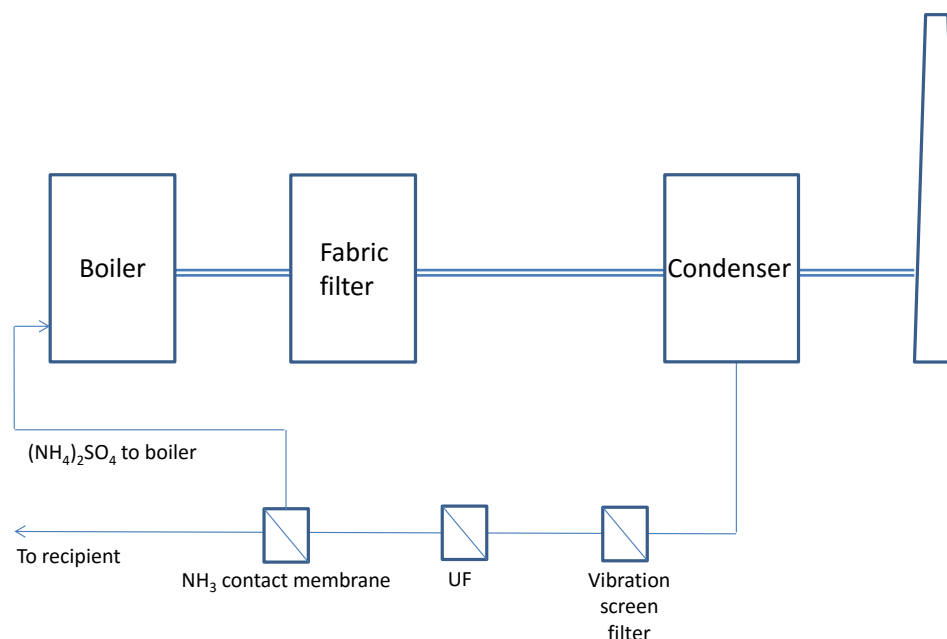
Both quench and RO separate several substances besides ammonium, as for example chloride as discussed above. There are also techniques specialised on ammonium separation – strippers, which will be discussed here, and gas separation membranes.

Just as RO membranes, gas separation membranes let some substances through while others are stopped. Unlike the RO, where both the salts dissolved in water and part of the dissolved gases are stopped by the membrane, gas separation membranes are specialised on letting gases through. By increasing the pH to more than 9.25, which is the pK_a of ammonium, the ammonium ion (NH_4^+) is converted into gaseous ammonia (NH_3). The gaseous ammonia can then be removed from the condensate in a gas separation membrane. In order to achieve an efficient NH_3 removal, the permeate side of the membrane is swept with an acidic H_2SO_4 solution, which helps pulling the alkaline ammonia through the membrane.

Two water flows exit the ammonia membrane; the cleaned condensate that has not passed through the membrane but stayed on the reject side, and a permeate with H_2SO_4 solution mixed with NH_3 which has passed through the membrane. The H_2SO_4 solution is circulated around the permeate side, but in order to prevent the permeate from becoming less acidic as more NH_3 is sucked in, forming $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, some H_2SO_4 is

continuously added while a small amount of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ is bled from the circulation circuit. The bleed flow is usually rather small, around some 100 l/h for a medium size boiler of 80 MW, and is normally led to the boiler.

Unlike acidic water from the quench and RO permeate, the $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ solution is free of chlorides and the return to the boiler implies no risk of chloride accumulation. However, the solution is acidic since it contains excess of H_2SO_4 .



Figur 3. Anläggning med NH_3 -avskiljning i kontaktmembran

Figure 3. Plant with NH_3 removal in gas contact membrane

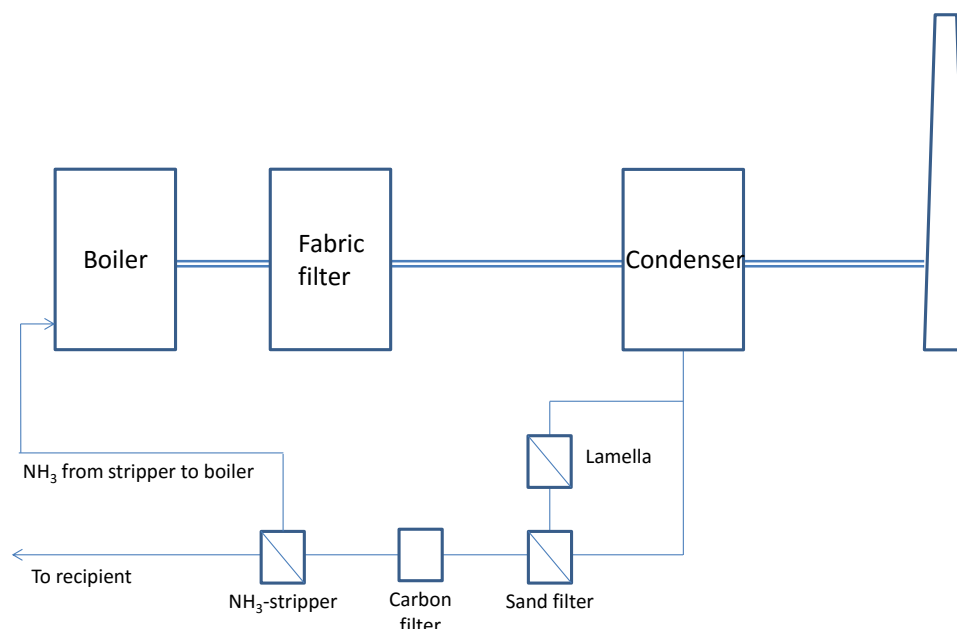
Just as RO membranes, ammonia membranes are sensitive to contamination. Besides increasing of the pH to pH 10-11, in order to convert NH_4 to NH_3 , and decreasing of the pH back to neutral before the condensate is discharged, ammonia membranes also require an advanced pre-filtration of particles and of possible calcium compounds and organic substances which may result in coating and clogging.

Condensate cleaning by ammonia stripper

In a stripper, gas is stripped from water by contact with a stream of air. Just like the ammonia membranes, the ammonia stripper requires an increase of the condensate pH to above the pK_a of ammonium in order to achieve conversion to gaseous ammonia. The gaseous ammonia is then stripped from the condensate into the air by letting condensate and air pass counter-current through a packed tower. As stripper air, a partial flow of the boiler combustion air is used. After the stripper, the air, which now contains ammonia and also is saturated with moisture after contact with the flue gas condensate, is returned to the boiler.

In plants with SNCR, the NH_3 in the stripper air could in principle substitute a part of the NH_3 which is required in the SNCR plant. In practice however, the NH_3 content in

the air is rather small in comparison with the SNCR requirements and additionally it is not sure that the air reaches the boiler at the right temperature and that it stays long enough to be useful for the SNCR reaction.



Figur 4. Anläggning med NH_4 -avskiljning i stripper

Figure 4. Plant with NH_4 removal in ammonia stripper

Slip SCR

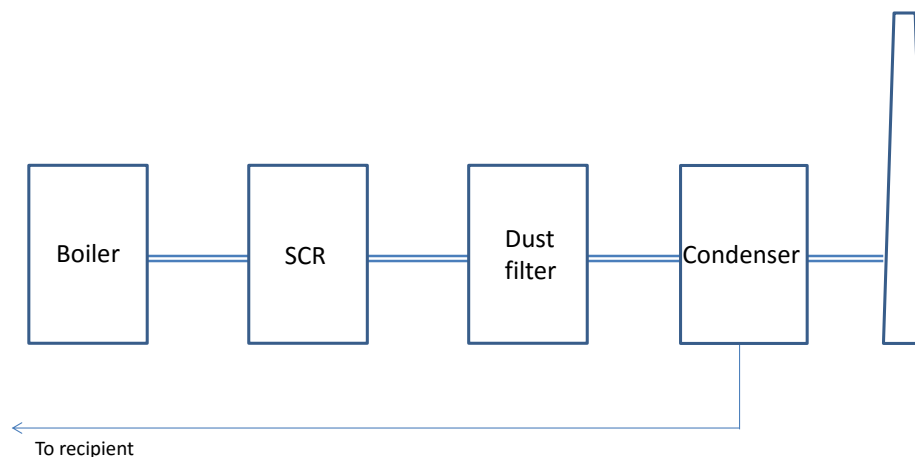
An alternative for removal of ammonia from flue gas condensate is to remove the ammonia before the flue gas condensation, so that there is no ammonia left to be absorbed in the condensate. This is realised with the help of an SCR catalyst whose main task is to take care of excess NH_3 , a so-called slip SCR. Unlike a standard SCR, the slip SCR needs no system of its own for NH_3 injection since the injection takes place in the SNCR plant. In some cases however, NH_3 is injected both in SNCR and slip SCR.

In normal SCR, thus in plants where there is no SNCR but only SCR, there are three different possible locations of the SCR. In fossil fired plants the SCR is normally installed as high-dust, i.e. in the flue gas duct before the flue gas filter.

Since the catalyst is deactivated by the alkali in the flue gas and the dust, this is usually not an alternative in biofuel and waste fired plants. In waste fired plants it is instead common to place the SCR as tail-end, i.e. between the flue gas condensation and the stack. This placement is not an alternative for slip SCR though, since there is no NH_3 left in the flue gas after the condensation and therefore no need to reduce NH_3 slip.

For slip SCR the choice therefore stands between high-dust and low-dust. Low-dust means placement in the flue gas duct between flue gas filter and condensation. The advantage over high-dust is that the flue gas has been cleaned from dust with its alkali content. The disadvantage is that the temperature after the filter is too low to be optimum for the SCR reaction. The temperature is still high enough for SCR, but a larger catalyst volume is necessary in order to achieve the same performance as at

optimum temperature. However, the energy consuming reheating of flue gas, which is part of the tail-end solution, is avoided. Plants with low-dust SCR often use bicarbonate instead of lime for desulphurisation, since the temperature after the flue gas filter is slightly higher with bicarbonate than with lime.



Figur 5. Anläggning med NH_3 -avskiljning i slip-SCR

Figure 5. Plant with NH_3 removal in slip SCR

PERFORMANCE OF INVESTIGATED TECHNOLOGIES

Ammonia absorption in acidic scrubber water which is returned to boiler

Ammonia concentrations in acidic water and flue gas condensate at plants with a separate acidic water step have been compiled in the table below.

Tabell 1. Ammoniavskiljning hos anläggningar som avskiljer ammoniak med survattnet

Table 1. Ammonia removal at plants with ammonia removal in acidic water

Plant	mg NH_3 /l acidic water	mg NH_3 /l condensate	% in acidic water
<u>Brista 1</u>	12 000	26	93 %
	6 000	29	85 %
	17 000	43	91 %
<u>Brista 2</u>	10 000	7	98 %
	3 100	2,3	98 %
<u>Eksjö</u>	1 400	3,6	98 %
	700	0,8	>99 %

As shown in the table above, NH_3 is efficiently removed in the acidic water step. In biofuel fired Brista 1, 90 % of the NH_3 was removed with the acidic water. In the waste fired Brista 2 and Eksjö, the separation was even more efficient and only 1-2 % of the NH_3 ends up in the condensate.

Ammonia absorption in flue gas condensate followed by condensate cleaning

In the table below there is a compilation of the ammonia concentrations in flue gas condensate before and after the ammonia removal step at plants which first absorb the ammonia of the flue gas in flue gas condensate and thereafter removes the ammonia from the flue gas condensate.

The percentage degree of removal in the cleaning plants has been calculated without regard to possible changes in condensate flow before and after cleaning. In NH_3 membranes and NH_3 strippers the condensate flows basically do not change. In RO membranes however, part of the condensate is removed together with the ammonia and ends up in the RO reject. The RO permeate flow is therefore smaller than the flow into the RO, which makes the real degree of removal somewhat higher than the one calculated in the table below.

Tabell 2. Ammoniakovskiljning hos anläggningar som renar rökgaskondensat från ammoniak

Table 2. Ammonia removal at plants with ammonia removal from flue gas condensate

Plant, technology	mg NH_3 /l before	mg NH_3 /l after	% removal
<u>Eksjö</u> RO-membrane	0,8	0,03	96 %
<u>Brista 2</u> RO-membrane	2,3	0,16	93 %
<u>Igelsta heating plant</u> <u>P3</u> RO-membrane	116 80	5 4	96 % 95 %
<u>Igelsta CHP plant</u> NH ₃ -membrane	199 293	42 27	79 % 91 %
<u>Händelö plant</u> <u>P11+P13</u> NH ₃ -membrane	120	10	92 %
<u>Moskogen</u> NH ₃ stripper	79 82	8 19	90 % 77 %

As shown in the table above, the degree of removal was reaching 90 % and above when samples were taken at the plants. The removal in NH_3 membranes and NH_3 strippers, which sometimes did not reach 90 %, is very dependent on the condensate pH to be high enough. In addition, the stripper is dependent on the temperature to be high enough.

Two of the above mentioned plants where the condensate was cleaned with RO membranes, Brista 2 and Eksjö, have low concentrations of NH_3 already before the RO. In these two plants NH_3 is trapped in the acidic water step and returned to the boiler. NH_3 removal from the condensate is therefore not necessary. RO is used in these two plants primarily to clean the condensate from heavy metals which are returned to the acidic scrubber together with the RO reject. As shown, the already low concentration of ammonia is reduced to an even lower concentration in the RO.

Minimisation of ammonia emissions by slip SCR

NH₃ concentration in flue gas, before and after Bomhus' slip SCR, are shown in the table below.

Tabell 3. Minskning av ammoniakhalt i rökgas med slip-SCR

Table 3. Reduction of ammonia concentration in flue gas by slip SCR

Plant	mg NH ₃ /Nm ³ before	mg NH ₃ /Nm ³ after	% removal
Bomhus	21	2,5	88 %

The NH₃ concentration in the flue gas was reduced by almost 90 % in the slip SCR, down to 2.5 mg /Nm³ (dry gas 6 % O₂). At the stack the NH₃ concentration had been reduced with another 95 % to 0.1 mg /Nm³ since the main part of the remaining 2.5 mg /Nm³ after the slip SCR had been absorbed by the flue gas condensate.

Bomhus' slip SCR is equipped with additional NH₃ injection, which reduces the NO_x concentration with another 50 % after the SNCR. NO_x concentrations in the flue gas of Bomhus have been compiled in the table below.

Tabell 4. NO_x-avskiljning hos anläggning med slip-SCR (mg/Nm³, 6% O₂)

Table 4. NO_x removal at plant with slip SCR (mg/Nm³, 6%, O₂)

Plant	Before SCR (i.e. after SNCR)	After SCR	% removal
Bomhus	169	69	~50 %

Ammonia slip in flue gas

The visited biofuel fired plants have NO_x emission limits (at 6 % O₂) from 100 mg/Nm³ (yearly average) to 300 mg/Nm³ (daily average). The NO_x emission limits (at 11 % O₂) of the waste fired plants are also between 100 mg/Nm³ (yearly average) and 300 mg/Nm³ (daily average).

The NH₃ emission limits of the plants are in the range of 5-15 mg/Nm³ at 6 % O₂ and 5-10 mg/Nm³ at 11 % O₂.

At some of the visited plants the NH₃ slip in the flue gas is measured before the flue gas condensation. However, the measurements are not used for reporting to authorities but only as operation instruments and they are often considered less reliable or completely erroneous. Measurements that we got access to at the plant visits were around 10-15 mg/Nm³, i.e. slightly above the limits for NH₃ to air.

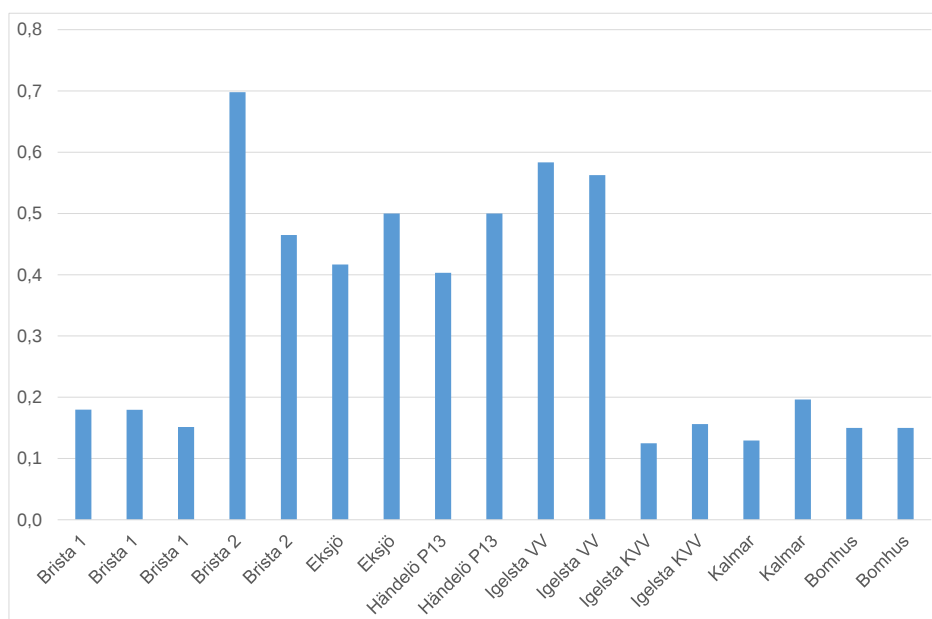
After the condensation the NH₃ slip had usually decreased to a few mg/Nm³.

This means that more than 90 % of the NH₃ content of flue gas ends up in the flue gas condensate. If 90 % of a NH₃ slip of 10-15 mg/Nm³ is absorbed by the condensate, the NH₃ concentration in the condensate will be approximately 100 mg/l. (80 MW boiler with a flue gas flow of 130 000 Nm³/h (bio, 6 % O₂) to 160 000 Nm³/h (waste, 11 % O₂) and a condensate flow of 15 m³/h to 20 m³/h respectively → 50-150 mg/l NH₃).

Ammonia consumption in SNCR

Measured NH_3 consumption in the visited plant's SNCR plants are summed up in the table below.

The consumption has been recalculated to kg/h 100 % NH_3 per MW boiler capacity to be able to compare the plants.



Figur 6. Ammoniäkförbrukning i SNCR (kg 100% NH_3 per h och MW)

Figure 6. Ammonia consumption in SNCR (kg 100% NH_3 per h and MW)

The diagram above shows that the biofuel fired CFB boilers Brista 1 and Igelsta KVV, as well as the biofuel fired BFB boilers Kalmar and Bomhus, had a NH_3 consumption of just above 0.1-0.2 kg/h/MW in their SNCR plants. Bomhus consumed another almost 0.1 kg/h/MW in its slip SCR.

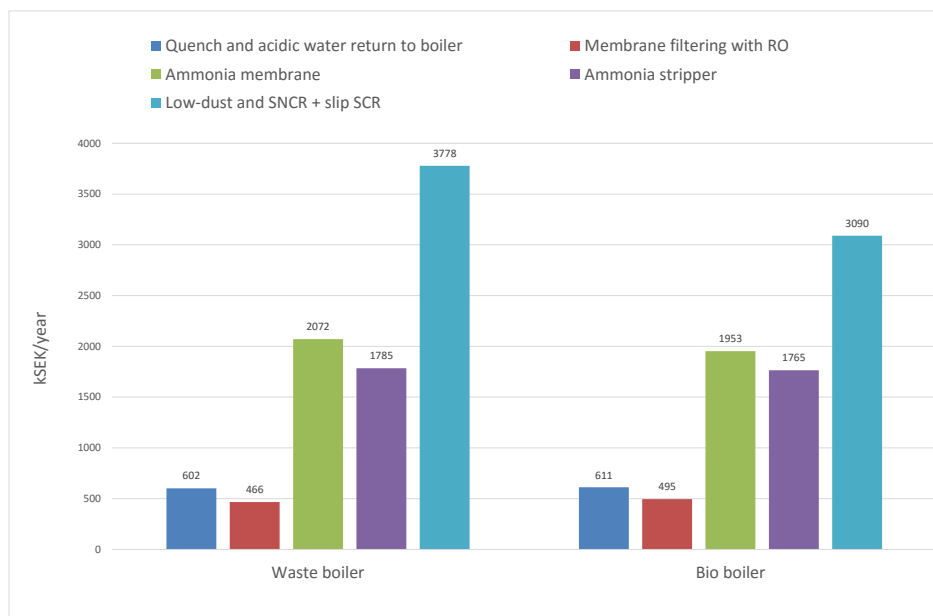
The waste fired grate boilers Brista 2 and Eksjö, as well as the two recycled waste wood fired boilers Händelö (CFB) and Igelsta VV (BFB), had approximately three times the NH_3 consumption of the biofuel fired boilers.

The nitrogen content in biofuel is typically around 0.3 % (in dry substance). This corresponds to some 0.5 kg N/h per MW boiler capacity. A part of the N content is converted into NO_x during the combustion and this NO_x is reduced in the SNCR plant, using a little more than 0.1 kg NH_3 -N per 0.1 kg NO_x -N.

Recycled waste wood contains more N, typically around 0.8 % (in dry substance), i.e. almost three times as much as in biofuel. The content in domestic waste can be even higher. Higher dosing of NH_3 is therefore required in the SNCR plants.

COSTS

The total cost for the different ammonia removal technologies is compiled in the diagram below.



Figur 7. Årliga kostnader för ammoniakavskiljning

Figure 7. Annual costs for ammonia removal

As shown in the diagram above the annual cost is lowest for the two technologies where NH_3 is removed in quench or RO and then returned to the boiler. The quench alternative has a capital cost of approximately 500 kSEK/year and no larger operating or maintenance costs. The RO alternative has the cheapest investment and a cost of capital below 200 kSEK per year. In addition, there are costs for electricity and membrane exchange of approximately 200 kSEK/year. The annual cost of the RO alternative is less than 500 kSEK/year, which makes RO the cheapest alternative. Second comes the quench with a total cost of approximately 600 kSEK/year. However, both alternatives assume that the boiler can receive acidic water and RO reject respectively. The RO reject flow is usually several m^3/h , while the acidic water bleed flow from the quench consists of a few 100 l/h. Except that the boiler must be able to handle these water flows, it also has to be assured that no chlorides are accumulated in the system. Both quench and RO remove not only NH_3 but also chlorides. A fabric filter with lime dosing is therefore recommended, both for waste and bio boilers.

The two alternatives with selective NH_3 removal – ammonia membrane and ammonia stripper – have a cost three times as high. Here, only NH_3 is removed and returned to the boiler in the form of an acidic $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ solution or as NH_3 enriched combustion air. Chlorides are not removed in these two alternatives, so there is no risk for accumulation. Both alternatives have a cost of capital slightly above the capital cost of the quench of 500 kSEK/year. In our example the capital cost of the stripper is higher – 600 kSEK/year for the waste boiler and 750 kSEK/year for the bio boiler where the flue gas flow is larger. Both alternatives have high chemical costs, around 700-800

kSEK/year, since the NH_3 of the flue gas is present as NH_4 in the neutral flue gas condensate and the NH_3 removal requires that NH_4 is converted into NH_3 by addition of NaOH so that the condensate becomes strongly basic. The membrane alternative has a cost for membrane exchange of 100 kSEK/year and the stripper needs steam for 200-300 kSEK/year. What makes the membrane alternative more expensive is that this alternative is staff intensive. We made the calculations based on one halftime employee with a cost of 450 kSEK/year, compared to 50 kSEK/year for the stripper.

The SCR methods have a significantly higher capital cost with more than 2000 kSEK/year. In addition there are costs for increased flue gas pressure drop and for catalyst exchange, in total around 1000 kSEK/year. With SCR however, a lower NO_x content in the flue gas is achieved than with SNCR, why a reduced NO_x fee can be benefited from. According to the discussions above, we believe that the saving from a reduced NO_x fee can be one or a few MSEK/year, typically probably around 2 MSEK/year. In that case the SCR alternative can compete with the other alternatives. SCR has the benefit that it does not require much staff. Just as for the quench and the stripper alternatives, the SCR alternative has a staff cost of just 50 kSEK/year.

Innehåll

1	Inledning	22
1.1	Bakgrund	22
1.2	Beskrivning av forskningsområdet	22
1.3	Forskningsuppgiften och dess roll inom forskningsområdet	22
1.4	Mål och målgrupp	23
1.5	Förkortningar	23
2	Teknikalternativ	24
2.1	NO _x -reduktion med SNCR eller SCR	24
2.2	Ammoniumabsorption i quench/sursteg	25
2.3	Kondensatrening med RO	26
2.4	Kondensatrening med ammoniakmembran	28
2.5	Kondensatrening med stripper	30
2.6	Slip-SCR	32
3	Erfarenheter från befintliga anläggningar	34
3.1	Besökta anläggningar	34
3.2	Anläggningar med quench/sursteg	35
3.3	Anläggningar med RO	36
3.4	Anläggningar med quench/sursteg och RO	36
3.5	Anläggningar med NH ₃ -membran	37
3.6	Anläggningar med NH ₃ -stripper	39
3.7	Anläggningar med slip-SCR	40
4	Sammanfattning och diskussion av teknikernas prestanda	43
4.1	Absorption av NH ₃ i survatten som återförs till pannan	43
4.2	Absorption av NH ₃ i rökgaskondensat och efterföljande rening	43
4.3	Minimering av NH ₃ -utsläpp med hjälp av slip-SCR	44
4.4	NH ₃ -slip i rökgas	45
4.4.1	Tillåtet NH ₃ -slip i skorsten enligt miljötillstånd	45
4.4.2	Uppmätt NH ₃ -slip efter SNCR och efter kondensering	45
4.5	NH ₃ -förbrukning i SNCR	45
4.5.1	Uppmätt NH ₃ -förbrukning	45
4.5.2	N-halter i bränsle	46
5	Sammanfattning och diskussion av drifterfarenheter	47
5.1	Drifterfarenheter	47
5.2	Diskussion	47
6	Kostnader	49
6.1	Förutsättningar för kostnadsberäkningarna	49
6.1.1	Anläggningsstorlek	49
6.1.2	Antal årliga drifttimmar	49
6.1.3	Kapitalkostnad	49

6.1.4	Enhetspriser för förbrukningsvaror	49
6.2	Årliga kostnader för de olika teknikerna	50
6.2.1	Quench och survattenåterföring till pannan	50
6.2.2	Membranfiltrering med RO	50
6.2.3	Ammoniakmembran	51
6.2.4	Ammoniakstripper	51
6.2.5	Slip-SCR	52
6.3	Sammanfattning och diskussion	53
6.4	Kostnad per kg avskilt kväve	55
7	Rekommendationer	56
8	Förslag till fortsatt forskningsarbete	57
9	Litteraturreferenser och kontakter	58
9.1	Litteraturreferenser	58
9.2	Kontakter	58
Bilagor		59
A	Anläggningserfarenheter	59
B	Analyser	107

1 Inledning

1.1 BAKGRUND

Sverige har åtagit sig, inom aktionsplanen för Östersjön och miljökvalitetsnormer för kväve enligt EU:s vattendirektiv, att minska utsläppen av kväve med en tredjedel fram till år 2021. Miljötillstånden för anläggningar med rökgaskondensering har idag normalt villkor på kväveutsläpp till vatten som är så låga att anläggningar med SNCR, dvs majoriteten av alla pannor, måste förse med utrustning för ammoniumavskiljning i rökgaskondensatet.

Förutom miljökraven finns det också ekonomiska incitament för anläggningarna att minimera kväveutsläppen, genom avgifter till reningsverk. Avgifterna förväntas öka om den föreslagna lagen om kvävecertifikat införs 2016 (Naturvårdsverkets utredning "Styrmedel för ökad rening från kommunala reningsverk", oktober 2012). Avgifter på 75-200 SEK/kg kväve har diskuterats (IVL:s rapport "Fallstudie – Avgiftssystem fosfor och kväve för kommunala avloppsreningsverk", april 2012). Också för anläggningar som inte är kopplade till reningsverk kan avgifter komma i framtiden, då det utifrån vattendirektivet har diskuterats vattenavgifter på utsläpp av bl a kväve till recipient (Vattenprisutredningen SOU 2010:17).

1.2 BESKRIVNING AV FORSKNINGSSOMRÅDET

Värmeforsk har tidigare genomfört flera projekt inom NO_x-reduktion med SCR- och SNCR-teknik och med olika tekniker för rening av rökgaskondensat från bl a ammonium¹. Värmeforsk har också nyligen genomfört ett projekt där ny kunskap har tagits fram om jonbyttarteknik för tungmetallavskiljning i rökgaskondensat².

1.3 FORSKNINGSUPPGIFTEN OCH DESS ROLL INOM FORSKNINGSSOMRÅDET

Den höga ammoniumhalten i rökgaskondensat är till stor del en följd av att SNCR-teknik används för att minimera NO_x-utsläppet till luft från förbränningsanläggningarna. Överskottet av ammoniak från SNCR-anläggningen hamnar som ammonium i rökgaskondensatet hos anläggningar med rökgaskondensering. Anläggningarna kan välja mellan ett antal alternativ för att inte belasta recipienten med ammonium:

- Ammoniumabsorption i quench/sursteg och återföring av survatten till panna
- Rening med RO och återföring av rejekt till panna, quench eller våttorr stoftrening
- Rening med kontaktmembran
- Rening med ammoniakstripper

I denna rapport diskuteras erfarenheter från biobränsle- och avfallseldade anläggningar som använder sig av ett eller flera av ovanstående alternativ för att begränsa utsläppen av ammonium till vatten. Som jämförelse diskuteras också

¹ Rapport 1156 "SCR i biobränsle- och avfallseldade anläggningar", rapport 894 "Praktiska konsekvenser för förbränningsanläggningar vid införandet av vattendirektivet", rapport 895 "Avancerad rening av rökgaskondensat", rapport 1089 "Utvärdering av erfarenheter av membrantechnik för rening av rökgaskondensat" och rapport 1184 "Benchmarking of flue gas condensate cleaning technologies in waste-to-energy plants"

² Projekt 37792-1 "Tungmetalljonbytare för rening av rökgaskondensat", in press

erfarenheter från en anläggning som använder slip-SCR för att minimera ammoniakhalten i rökgas och därmed också ammoniumhalten i rökgaskondensat.

1.4 MÅL OCH MÅLGRUPP

Projektet ska bidra till att utveckla ammoniumavskiljningstekniken hos biobränsle- och avfallseldade anläggningar mot bättre teknisk och ekonomisk prestanda. Projektets mål är att anläggningar med SNCR och rökgaskondensering ska kunna minska sina kväveutsläpp till vatten på det mest driftsäkra och kostnadseffektiva sättet.

Målgrupp för projektet är biobränsle- och avfallseldade anläggningar som har SNCR, rökgaskondensering och vattenrening med ammoniakavskiljning, men som står inför strängare utsläppskrav eller ökade kväveavgifter, nya anläggningar som behöver beslutsunderlag vid valet av optimal kvävereningsteknik, leverantörer av rökgasrening, kondensering och kondensatrening samt konsulter som arbetar med dessa frågor.

1.5 FÖRKORTNINGAR

BFB	panna med bubblande fluidiserad bädd
CFB	panna med cirkulerande fluidiserad bädd
RO	vattenreningsteknik baserad på omvänd osmos (reverse osmosis)
RT	returträ
SCR	selektiv katalytisk reduktion av NO _x
SNCR	selektiv ickekatalytisk (non-catalytic) reduktion av NO _x
UF	vattenreningsteknik baserad på ultrafiltrering

2 Teknikalternativ

2.1 NO_x-REDUKTION MED SNCR ELLER SCR

De flesta medelstora och stora biobränsle- och avfallseldade anläggningar använder idag SNCR (selektiv ickekatalytisk reduktion) för att minska mängden NO_x ut från pannan. I SNCR-systemet används normalt 25% ammoniak (NH₃), som sprutas in i pannan och får reagera med NO_x som då omvandlas till kvävgas (N₂).

Till skillnad från SCR (selektiv katalytisk reduktion), där NO_x reduceras med NH₃ i rökaskanalen nedströms pannan och vid en betydligt lägre och mer kontrollerad temperatur, sker SNCR vid en hög temperatur, kring 900-950°C. Temperaturen i pannan varierar också med pannlasten, till skillnad från temperaturen nedströms pannan som är mer konstant. När temperaturen varierar ändras SNCR-systemets effektivitet och därmed också behovet av NH₃. Utmärkande för SNCR är också att en del insprutad NH₃ inte blir tillgänglig för NO_x-reduktionsreaktionen, antingen för att den brinner upp vid den höga temperaturen eller för att den inte fördelas helt jämnt i pannan.

Därför är det betydligt svårare att dosera exakt rätt mängd NH₃ till en SNCR-anläggning än till en SCR-anläggning. Oftast tillämpar man en viss överdosering och får kvar en del oreagerad NH₃ som följer med rökgasen ut, så kallat NH₃-slip.

NH₃ är mycket vattenlöslig och därför hamnar huvuddelen av rökgasens NH₃-slip i rök-gaskondensatet som ammonium (NH₄ eller egentligen NH₄⁺OH⁻), ifall anläggningen har rök-gaskondensering.

I anläggningar med rök-gaskondensering blir rökgasens NH₃-slip därför ofta inte kritiskt, utan man kan överdosera ganska mycket NH₃ i SNCR-systemet och ändå ha låga NH₃-utsläpp till luft. I stället får man problem med för höga halter NH₄ i rök-gaskondensat. Gränsvärdena för NH₄ i rök-gaskondensat, som släpps ut till recipient, är normalt så låga att kondensatet måste renas från NH₄ före utsläpp.

Ett antal alternativa NH₄-reningstekniker används idag:

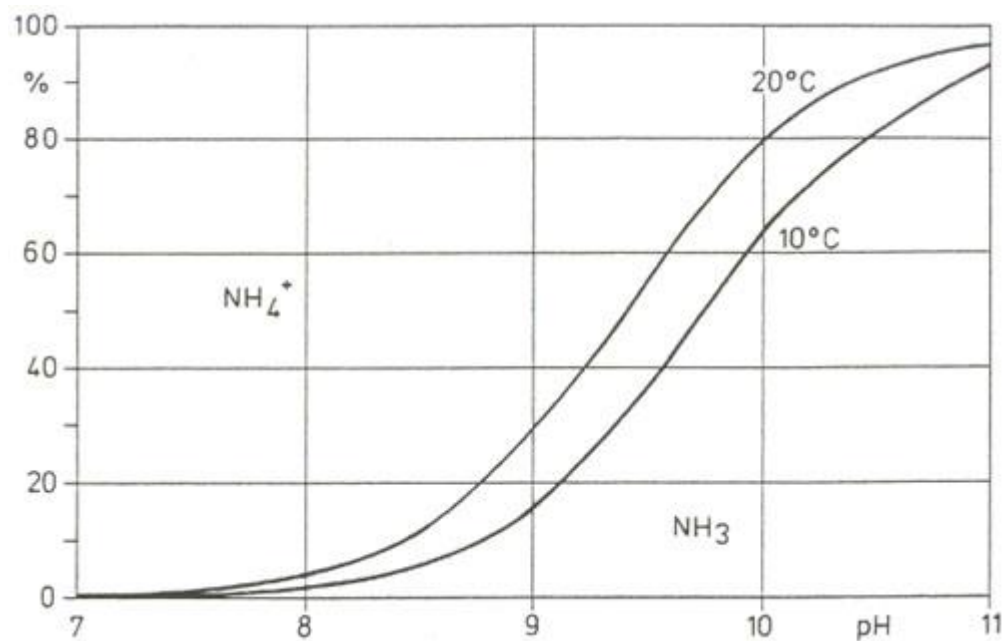
- Ammoniumabsorption i quench/sursteg och återföring av survatten till panna
- Rening med RO och återföring av rejekt till panna, quench eller våttorr stoftrening
- Rening med kontaktmembran
- Rening med ammoniakstripper

I stället för att rena rök-gaskondensatet från NH₄ med någon av teknikerna ovan, kan man också använda slip-SCR för att sänka NH₃-halten i rökgas så att NH₄-halten i kondensatet blir så låg att emissionsgränserna till vatten klaras.

Nedan presenteras de olika reningsteknikerna.

2.2 AMMONIUMABSORPTION I QUENCH/SURSTEG

NH_3 är mycket vattenlöslig och därför hamnar huvuddelen av rökgasens NH_3 -slip i rökgaskondensatet som NH_4 (egentligen NH_4^+), ifall anläggningen har rökgaskondensering. NH_3 -absorptionen underlättas av lågt pH, dvs en hög halt H^+ i vattnet. I figuren nedan ses att jämvikten mellan NH_3 och NH_4 är förskjuten mot NH_4 vid surt pH.



Figur 8. Andel NH_3 och NH_4 i vatten som funktion av pH

Figure 8. Ratio of NH_3 and NH_4 in water as a function of pH

Avfallseldade anläggningar, där rökgasen skrubbas och kondenseras i flera steg, har ofta lågt pH i det första steget på grund av att rökgasens innehåll av klorider skrubbas ut här. Det första steget kallas därför för ofta surt steg eller kloridsteg. Ibland kallas det quench eftersom störtkylning med vatten, så kallad quenchning, görs i inloppet till skrubbern. Begreppet quench används av en del av anläggningarna som besöktes inom projektet. Därför har vi valt att använda det också i rapporten.

I avfallseldade anläggningar har quenchen/sursteg normalt en egen vatten-cirkulationskrets. Avdragsflödet från quenchen, det så kallade survattnet, kan renas separat eller renas ihop med resterande rökgaskondensat efter att ha neutraliserats. Survattenflödet utgör en mindre del av det totala kondensatflödet, eftersom kylningen mot fjärrvärmenät och därmed också utkondenseringen av fukt ur rökgasen sker först i efterföljande steg. Eftersom survattenflödet är så pass begränsat, och bara motsvarar en mindre del av bränslefukten, har man i princip möjlighet att återföra hela survattenflödet till pannan. För att survattenåterföring ska fungera i praktiken krävs det att återföringen designas så att man inte får korrosionsproblem i pannan.

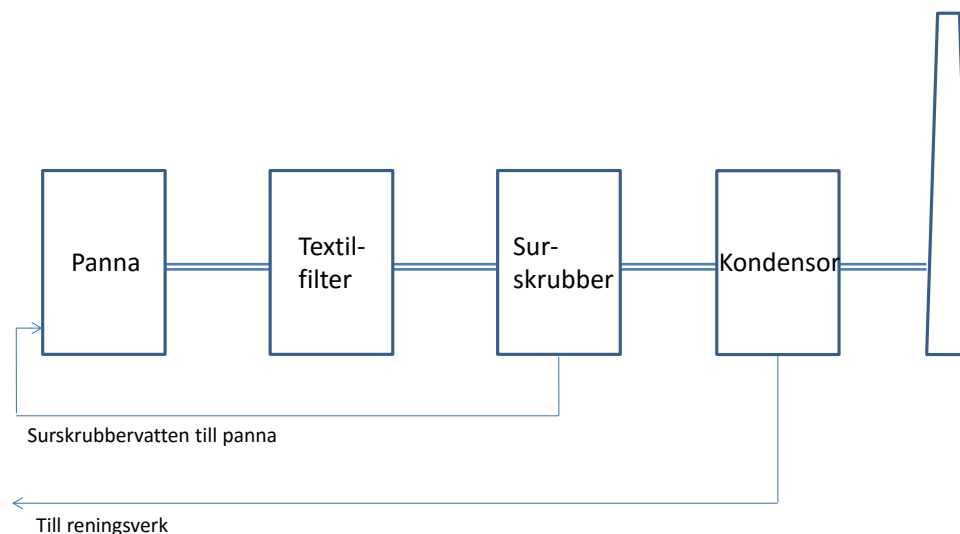
Dessutom måste man beakta risken för att klorid kan anrikas i rökgasen. Till skillnad från survattnets NH_4 -innehåll, som brinner upp när det kommer tillbaka till pannan, så

passerar survattnets kloridinnehåll till stor del opåverkat genom pannan och hamnar i rökgasen igen och går runt ett varv till. I avfallseldade anläggningar är detta normalt inget problem, eftersom de är försedda med kalkdosering och textilfilter där klorid och svavel avskiljs. Ett antal avfallseldade anläggningar har idag survattenåterföring till pannan.

Biobränsleeldade anläggningar har normalt kondensering i bara ett steg utan separat quench/sursteg, eftersom man inte har samma behov som vid avfallseldning av att skrubba ut föroreningar ur rökgasen. En del nyare biobränsleeldade anläggningar har dock försetts med quench för att möjliggöra survattenåterföring och därmed enklare kondensatrening. För att minimera risken för anrikning av klorid och därmed korrosion i panna och rökgasstråk, har dessa biobränsleeldade anläggningar därför oftast också försetts med kalkdoserade textilfilter. Inte bara klorid utan också kvicksilver finns till stor del i rökgasfasen utan att vara bundet till stoft. Därför kan textilfiltret eventuellt behöva koldoseras också, så att kvicksilver avskiljs i filtret och inte anrikas i systemet på grund av survattenåterföringen.

Kontaktade anläggningar med ammoniumabsorption i quench: Brista, Eksjö

Anläggningar i Avfall Sveriges rapport E2013:05: Sysav, Skövde, Torsvik, Filborna

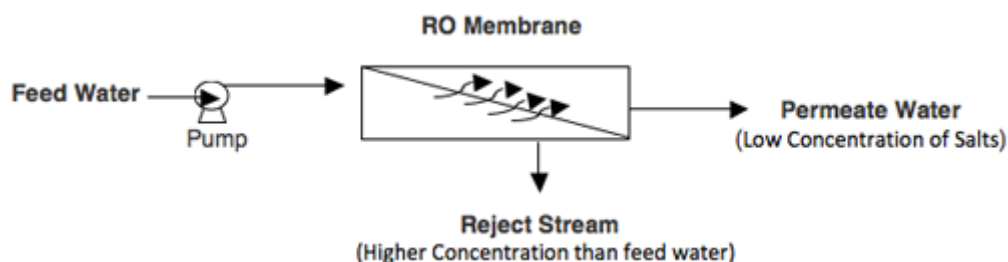


Figur 9. Anläggning med NH_3 -avskiljning i quench

Figure 9. Plant with NH_3 removal in quench

2.3 KONDENSATRENING MED RO

En del rökgaskondensatreningssystem är försedda med RO, där kondensatet renas i så hög grad att det renade kondensatet (permeatet) kan återvinnas och användas i spädvattenreningen som ersättning för köpt råvatten.



Figur 10. RO-anläggning (www.puretecwater.com)

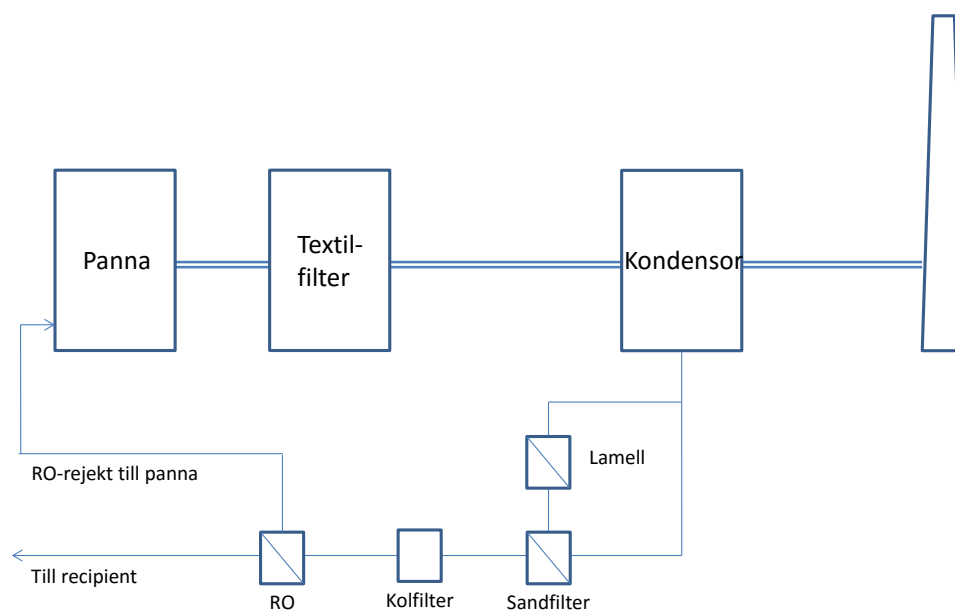
Figure 10. RO plant (www.puretecwater.com)

I RO avskiljs NH_4 och går ut med avloppsvattenströmmen (rejektet). I biobränsleeldade anläggningar är RO-rejektet ibland så rent att det kan släppas ut. I avfallseldade anläggningar är detta inte fallet och då måste rejektet tas omhand. Möjliga avsättningsställen för RO-rejekt är då oftast antingen quench eller våttorr stoftrening, som båda klarar av att matas med förorenat vatten.

Om anläggningen inte är försedd med quench eller med våttorr stoftrening, kan man eventuellt leda RO-rejektet tillbaka till pannan. RO-rejektflödet motsvarar dock normalt 20-25% av kondensatflödet, vilket är betydligt mer än quenchavdragsflödet som normalt motsvarar bara 5-10% av kondensatflödet. En medelstor panna på 80 MW behöver därför kunna ta emot flera m^3/h RO-rejekt, mot normalt bara från några 100 l/h och upp till 0,5-1 m^3/h survatten.

Klorider i rökgaskondensatet följer med RO-rejektet. Också vid återföring av RO-rejekt krävs därför att man är observant på risken för anrikning av klorid och därmed korrosion i panna och rökgasstråk. Kalkdoserat textilfilter är därför att rekommendera också här.

Kontaktade anläggningar med kondensatrening med RO: Brista, Eksjö, Igelsta



Figur 11. Anläggning med NH_4 -avskiljning i RO

Figure 11. Plant with NH_4 removal in RO

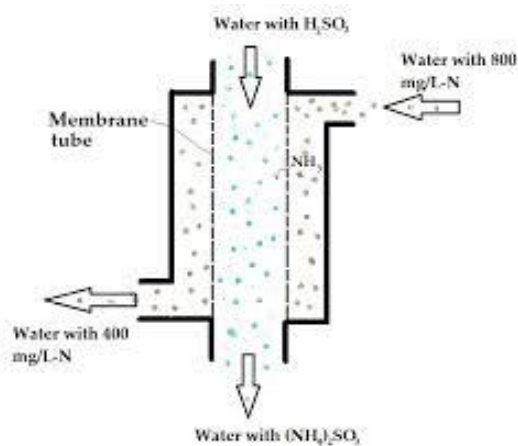
Anläggningar med RO har ofta partikelavskiljning med UF före RO. Det förekommer också att partikelavskiljningen görs med sandfilter, såsom i figuren ovan. UF avskiljer fler partiklar än sandfilter men kräver oftast mer tillsyn och underhåll än ett sandfilter. Bland anläggningarna som besöktes inom ramen för projektet finns både sådana som har UF och sådana som har sandfilter före RO, alternativt före kontaktmembran eller stripper som också kräver långtgående föravskiljning.

2.4 KONDENSATRENING MED AMMONIAKMEMBRAN

Både quench och RO avskiljer flera olika ämnen utöver ammonium, bland annat klorid så som diskuterats ovan. Det finns också tekniker som är specialiserade på ammonium-avskiljning, nämligen strippor som diskuterats nedan och gasseparationsmembran.

Precis som ett RO-membran, släpper ett gasseparationsmembran igenom vissa ämnen medan andra stoppas. Till skillnad från RO, där vattenlösta salter och delvis också gaser stoppas av membranet, är gasseparationsmembran specialiserade på att släppa igenom gaser.

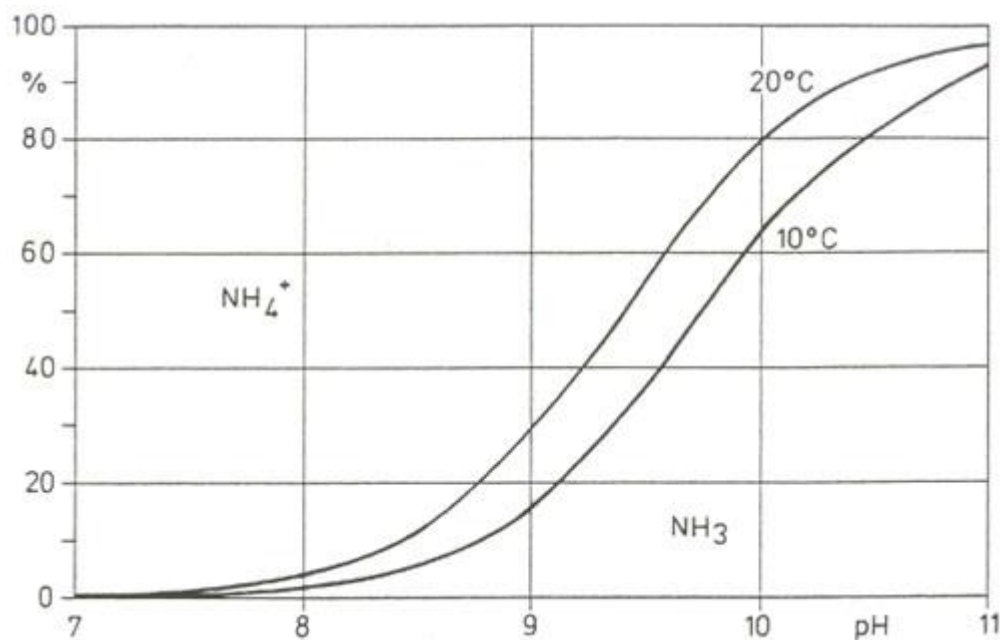
För att få en effektiv NH_3 -avskiljning, sveps ammoniakmembran på permeatsidan med en sur H_2SO_4 -lösning som hjälper till att dra den basiska ammoniaken genom membranet.



Figur 12. NH_3 -avskiljning i ammoniakmembran (oceanforesters.org)

Figure 12. NH_3 removal in ammonia membrane (oceanforesters.org)

Genom att höja pH till över 9,25, som är pK_a för ammonium, omvandlas ammoniumjonen (NH_4^+) till gasformig ammoniak (NH_3). I figuren nedan ses att pH måste höjas till närmare pH 11 för att huvuddelen ska föreligga i NH_3 -form.



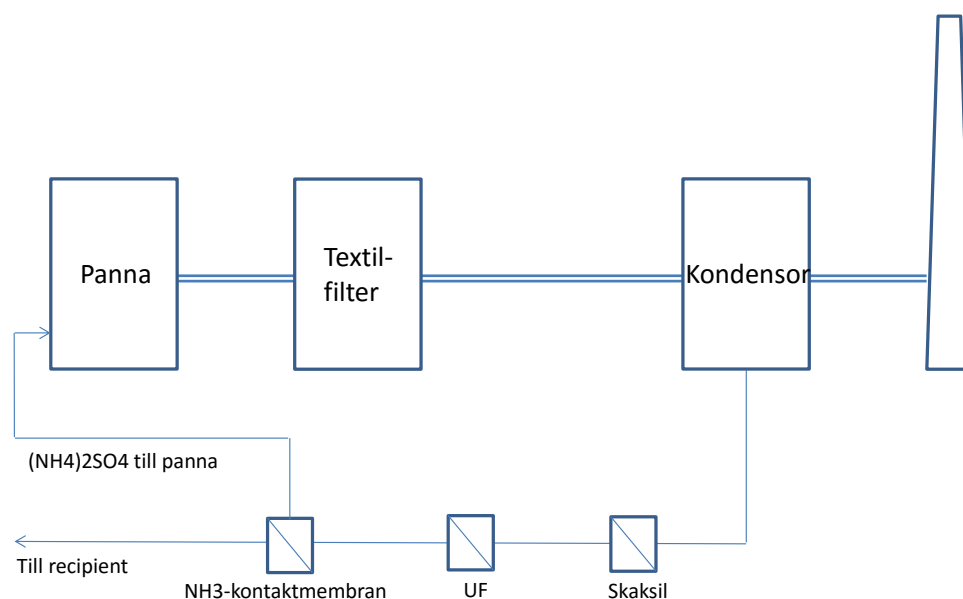
Figur 13. Andel NH_3 och NH_4 i vatten som funktion av pH

Figure 13. Ratio of NH_3 and NH_4 in water as a function of pH

Ut från ammoniakmembranet får man två vattenströmmar, dels det renade kondensatet som inte har passerat igenom membranet utan stannat kvar på rejektsidan, dels ett permeat med H_2SO_4 -lösning blandad med NH_3 som har passerat igenom membranet. H_2SO_4 -lösningen cirkuleras över permeatsidan, men för att inte permeatet ska bli mindre surt allteftersom NH_3 sugas in och bildar $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, tillsätts kontinuerligt lite ny H_2SO_4 samtidigt som en liten mängd $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ -lösning blöds av från cirkulationskretsen. Avblödningsflödet är normalt ganska litet, kring några 100 l/h för en medelstor panna på 80 MW, och leds normalt till pannan.

Till skillnad från survatten från quench och RO-permeat, är $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ -lösningen fri från klorider och återföringen till pannan medför ingen risk för kloridanrikning. Lösningen är dock sur, eftersom den innehåller ett överskott av H_2SO_4 .

Kontaktade anläggningar med kondensatrening med kontaktmembran: Igelsta, Händelö



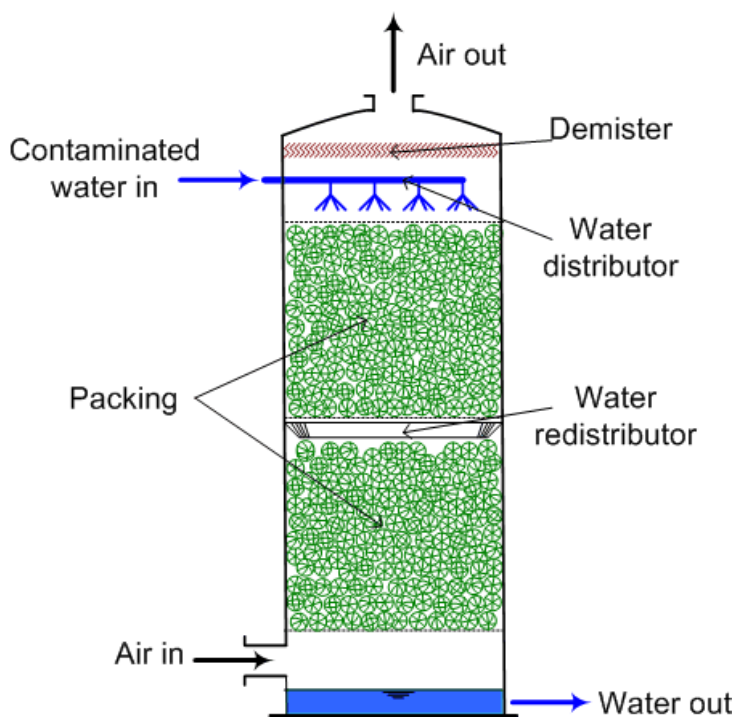
Figur 14. Anläggning med NH_3 -avskiljning i kontaktmembran

Figure 14. Plant with NH_3 removal in gas contact membrane

Precis som RO är ammoniakmembran känsliga för försmutsning. Förutom pH-höjning till pH 10-11, för att omvandla NH_4 till NH_3 , och pH-sänkning tillbaka till neutralt pH innan kondensatet släpps ut, kräver därför också ammoniakmembran en omfattande föravskiljning av partiklar och eventuell kalk och organisk substans som kan leda till beläggningar och igensättning.

2.5 KONDENSATRENING MED STRIPPER

I en stripper drivs gas ut från vatten genom kontakt med en luftström. Precis som ammoniakmembran kräver ammoniakstrippern att kondensatets pH höjs till över ammoniums pK_a så att man får omvandling till gasformig ammoniak. Den gasformiga ammoniaken drivs därefter av från kondensat till luft, genom att kondensat och luft får passera i motström genom en fyllkroppskolonn.



Figur 15. NH_3 -avskiljning i stripper (www.en.wikipedia.org)

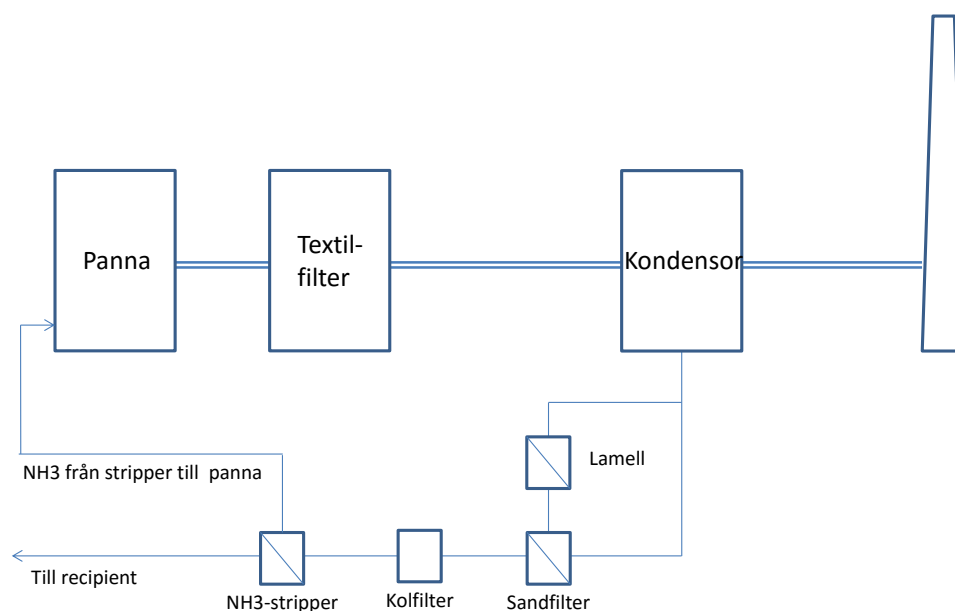
Figure 15. NH_3 removal in stripper (www.en.wikipedia.org)

Strippningen blir bättre med ökad temperatur, eftersom ammoniak lättare förångas då.

Som stripperluft används en delström av pannans förbränningsluft. Efter strippern leds luften, som nu innehåller ammoniak och dessutom är fuktmättad efter kontakten med rökgaskondensatet, tillbaka till pannan.

I anläggningar med SNCR skulle stripperluftens NH_3 i princip kunna ersätta en del av NH_3 -behovet i SNCR-anläggningen. I praktiken är dock NH_3 -bidraget med luften ganska litet jämfört med behovet i SNCR och dessutom är det inte säkert att luften hamnar i pannan vid rätt temperatur och med tillräcklig uppehållstid för att vara av nytta för SNCR-reaktionen.

Kontaktad anläggning med kondensatrening med stripper: Moskogen

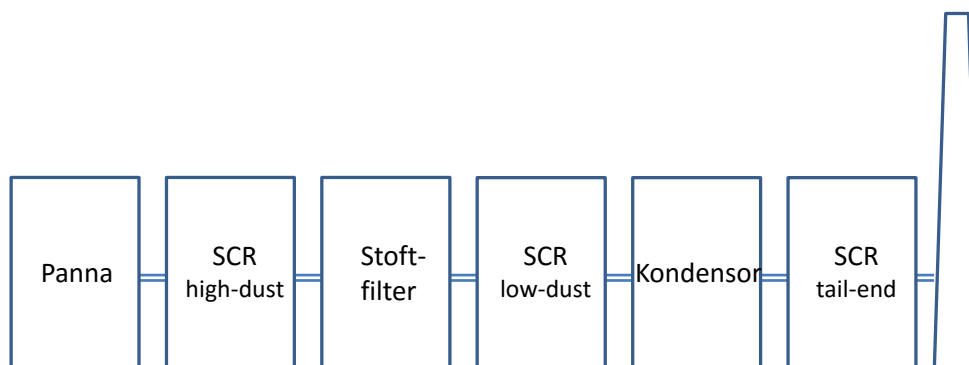


Figur 16. Anläggning med NH_4 -avskiljning i stripper

Figure 16. Plant with NH_4 removal in ammonia stripper

2.6 SLIP-SCR

Vid normal SCR, alltså i anläggningar där man inte har någon SNCR utan bara SCR, förekommer tre olika SCR-placeringar.



Figur 17. Alternativa placeringar av SCR

Figure 17. Different SCR locations

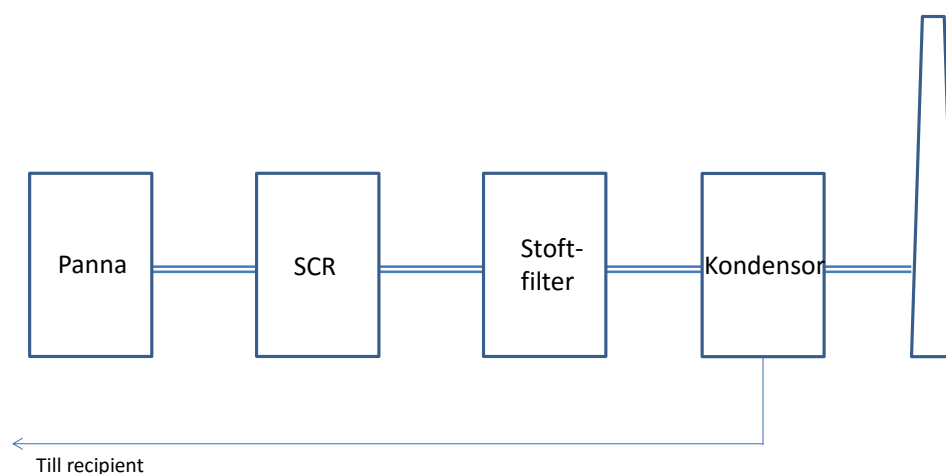
Fossileldade anläggningar har ofta SCR installerad som high-dust, dvs i rökgaskanalen före stoftfilter.

På grund av att katalysatorn deaktiveras av alkali i rökgas och stoft, väljs normalt inte detta alternativ för biobränsle- och avfallseldade anläggningar. I avfallseldade anläggningar är det i stället vanligt att ha SCR som tail-end, dvs mellan rökgaskondensering och skorsten.

Ett alternativ till att rena rökgaskondensat från ammoniak i anläggningar med SNCR, är att sätta in en mindre SCR-katalysator som renar rökgasen från ammoniak före rökgaskondenseringen, så att det inte finns någon ammoniak kvar som kan absorberas i kondensatet. I detta fall är SCR-katalysatorns huvudsakliga uppgift att ta hand om överskotts-NH₃, en så kallad slip-SCR. Till skillnad från en normal SCR behöver inte slip-SCR något eget system för NH₃-insprutning, eftersom insprutningen görs i SNCR-anläggningen. Det förekommer dock att NH₃ doseras både i SNCR och i slip-SCR.

Också slip-SCR kan placeras på olika ställen i anläggningen. Tail-end är dock inte aktuellt för slip-SCR, eftersom det ju inte finns NH₃-slip kvar i rökgasen efter kondenseringen och därmed inget behov av slip-SCR. Vid slip-SCR väljer man därför mellan high-dust och low-dust. Low-dust innebär placering i rökgaskanalen mellan stofffilter och kondensering. Fördelen framför high-dust är att rökgasen har renats från alkalihaltigt stoft. Nackdelen är att temperaturen efter stofffilter är för låg för att vara optimal för SCR-reaktionen. Temperaturen är fortfarande tillräckligt hög för SCR, men det krävs en större katalysatorvolym för att få samma prestanda som vid optimal temperatur. Däremot slipper man den energikrävande återvärmningen av rökgas som man har i tail-end. Anläggningar med low-dust SCR har ofta svavelrening med bikarbonat i stället för kalk, eftersom man då har en något högre temperatur efter stofffilter.

Kontaktad anläggning med slip-SCR: Bomhus



Figur 18. Anläggning med NH₃-avskiljning i slip-SCR

Figure 18. Plant with NH₃ removal in slip SCR

3 Erfarenheter från befintliga anläggningar

I detta avsnitt sammanfattas erfarenheter från ett antal besökta anläggningar.

Utförliga anläggningsbeskrivningar och redovisningar av erfarenheter finns i bilaga A. Analysdata på rökgaskondensatprover finns i bilaga B.

3.1 BESÖKTA ANLÄGGNINGAR

De besökta anläggningarna och deras val av teknik för att avlägsna ammonium ur rökgas och därefter ur rökgaskondensat har sammanställts i tabellen nedan.

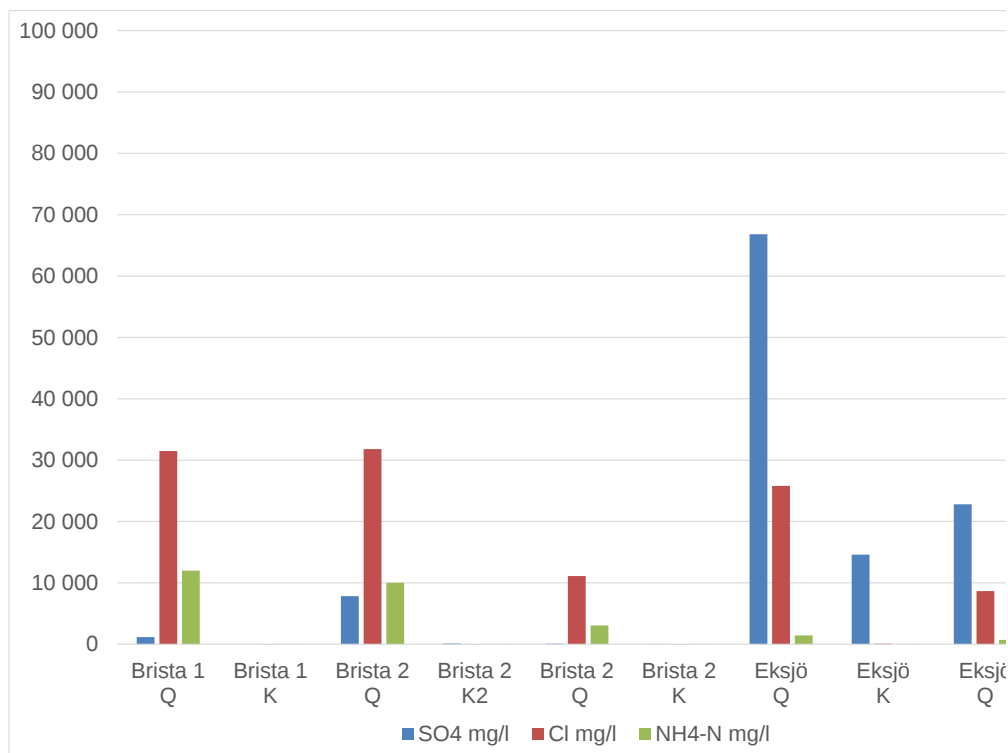
Tabell 5. Besökta anläggningar

Table 5. Visited plants

Anläggning, panna	Rökgasrening, kondensering	Teknik för att reducera NH ₃ -slip
<u>Brista 1</u> 133 MW bio	Elfilter Tubkondensor med uppfuktare Separat surskrubbersteg	Absorption i survatten (survatten till destruktion) Avskiljning i RO-membran (RO-rejekt till sursteg)
<u>Brista 2</u> 80 MW avfall	Textilfilter med kalk och kol Skrubberkondensor Separat surskrubbersteg	Absorption i survatten (survatten till panna) Avskiljning i RO-membran (RO-rejekt till sursteg)
<u>Eksjö</u> 18 MW avfall	Textilfilter med kalk och kol Skrubberkondensor Separat surskrubbersteg	Absorption i survatten (survatten till panna) Avskiljning i RO-membran (RO-rejekt till sursteg)
<u>Igelsta värmeverk P3</u> 80 MW bio + RT + torv	Elfilter Textilfilter med kalk och kol Tubkondensor med uppfuktare	Absorption i kondensat Avskiljning i RO-membran (RO-rejekt till panna)
<u>Igelsta kraftvärmeverk</u> 245 MW bio + RT	Textilfilter med kalk Tubkondensor med uppfuktare	Absorption i kondensat Avskiljning i NH ₃ -membran ((NH ₃) ₂ SO ₄ -lösning till panna)
<u>Händelöverket P11+P13</u> 90 MW + 130 MW sambörbränning	P11: Textilfilter med kalk P13: Kalk i pannan, elfilter Gemensam lamellkondensor	Absorption i kondensat Avskiljning i NH ₃ -membran ((NH ₃) ₂ SO ₄ -lösning till panna)
<u>Moskogen</u> 90 MW bio	Elfilter Skrubberkondensor med uppfuktarsteg	Absorption i kondensat Avskiljning i NH ₃ -stripper (NH ₃ -haltig luft till panna)
<u>Bomhus</u>	Slip-SCR Slangfilter med Na-bikarbonat Tubkondensor	Avskiljning i slip-SCR Absorption i kondensat

3.2 ANLÄGGNINGAR MED QUENCH/SURSTEG

Uppmätta NH_4 -halter i survatten (Q) och kondensat (K) från besökta anläggningar med quench/sursteg ses i diagrammet nedan.



Figur 19. Halter i survatten (Q) respektive kondensat (K)

Figure 19. Concentrations in acidic scrubber stage (Q) and in condenser stage (K)

I diagrammet ovan ses att survattnet från de avfallseldade anläggningarna Brista 2 och Eksjö innehöll höga halter Cl, kring 10 000-30 000 mg/l. Cl-halten i survattnet från biobränsleeldade Brista 1 var lika hög, kring 30 000 mg/l, på grund av att man doserar HCl i sursteget för att få lågt pH och optimal NH_3 -avskiljning.

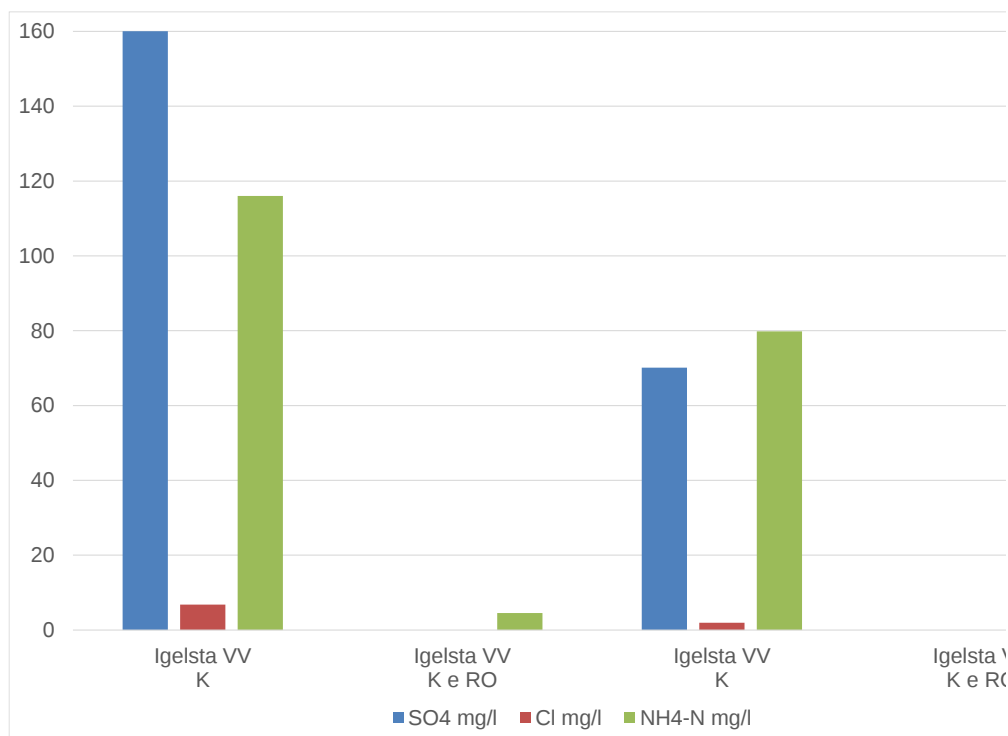
Cl absorberas så gott som fullständigt i sursteget. Cl-halterna i kondensat var alla under 100 mg/l.

Också en del SO_4 absorberas i sursteget. Survattnet från avfallseldade Eksjö innehöll 20 000-70 000 mg/l SO_4 och kondensatet innehöll 5 000-15 000 mg/l. Kondensatflödet är dock normalt i storleksordningen tio gånger större än survattenflödet. Av den totala SO_4 -mängden som absorberades, hamnade därför mer i kondensatet än i survattnet.

NH_3 absorberades effektivt i survattnet. De uppmätta NH_4 -halterna låg kring 1 000 mg/l i Eksjö's survatten och uppåt 10 000 mg/l i survatten från Brista 1 och 2. NH_4 -halterna i kondensaten var betydligt lägre, mellan 1 och 25 mg/l.

3.3 ANLÄGGNINGAR MED RO

Uppmätta NH_3 -halter i kondensat in till RO (K) och i permeat ut från RO (K e RO) från RT-eldade Igelsta kraftvärmeverk, som renar rökgaskondensat med RO, ses i diagrammet nedan.



Figur 20. Halter före och efter RO

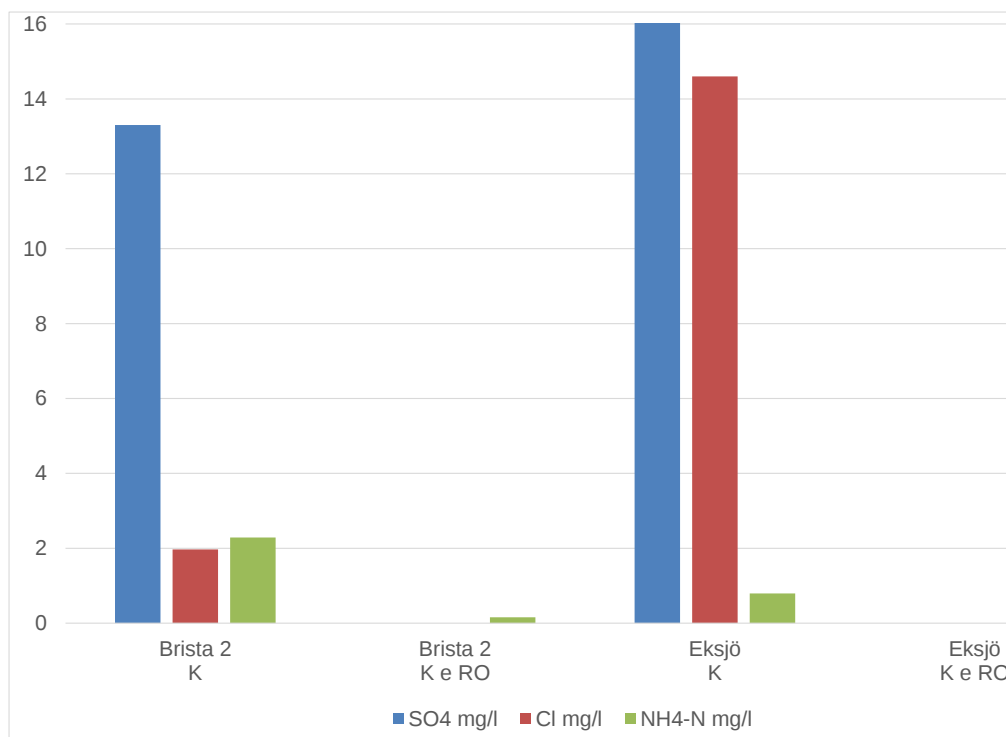
Figure 20. Concentrations before and after RO

Vid båda provtagningstillfällena avskildes drygt 90% av NH_4 i RO och kunde ledas tillbaka till pannan med RO-rejektet. NH_4 -halterna i kondensat in till RO låg kring 100 mg/l och halterna i RO-permeatet var 4 mg/l.

Också SO_4 och Cl avskiljs och leds med RO-rejektet tillbaka till pannan. SO_4 -halterna sjönk från 400 mg/l respektive 70 mg/l före RO ner till under detektionsgränsen på 5 mg/l efter RO. Också Cl-halterna låg under detektionsgränsen på 1 mg/l efter RO.

3.4 ANLÄGGNINGAR MED QUENCH/SURSTEG OCH RO

Två av de besökta anläggningarna hade både separat quench/sursteg och kondensatrening med RO. Uppmätta NH_4 -halter i kondensat före RO (K) och i RO-permeat (K e RO) från de avfallseldade anläggningarna Brista 2 och Eksjö ses i diagrammet nedan.



Figur 21. Halter före och efter RO

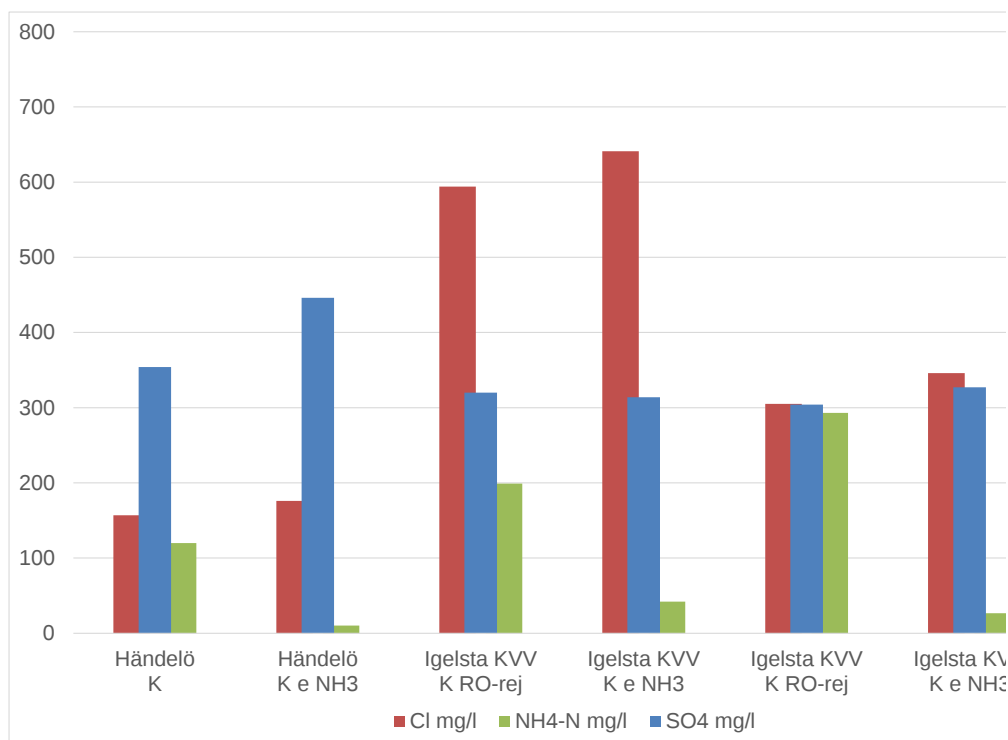
Figure 21. Concentrations before and after RO

I diagrammet ovan ses att NH_4 -halterna i kondensat från båda anläggningarna var mycket låg, bara 1-2 mg/l, eftersom det mesta har avkiljts med survattnet. Halterna i RO-permeat var 0,2 respektive 0,03 mg/l, dvs också här avskildes drygt 90% i RO.

Också SO_4 och Cl avskiljs.

3.5 ANLÄGGNINGAR MED NH_3 -MEMBRAN

Uppmätta NH_4 -halter i kondensat före (K, K RO rej) och efter NH_3 -membran (K e NH_3) från de besökta samförbrännings- och RT-eldade anläggningarna, som renar rökgaskondensat med NH_3 -membran, ses i diagrammet nedan. (SO_4 -halter på sekundäraxeln.)



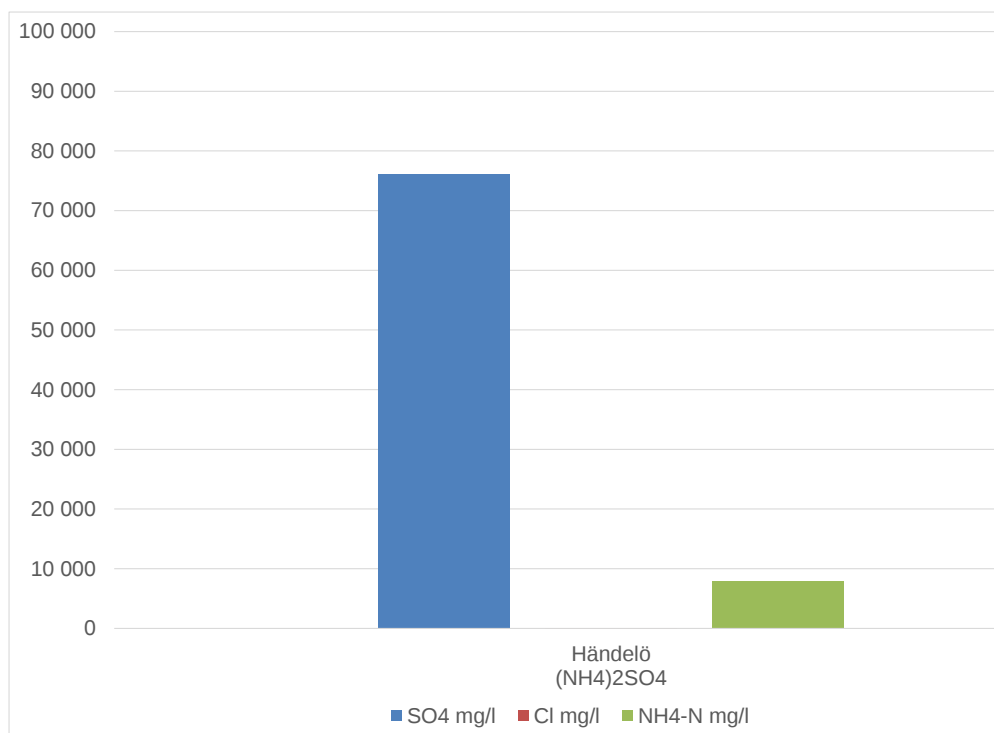
Figur 22. Halter före och efter NH₃-membran

Figure 22. Concentrations before and after NH₃ membranes

I diagrammet ovan ses att kring 90% av NH₃ avskildes i NH₃-membranet på Händelöverket. NH₃-halten var 120 mg/l före NH₃-membran och 10 mg/l efter. På Igelsta kraftvärmeverk, där man först tar ut en del kondensat som RO-permeat för återvinning och därefter renar RO-rejektet från NH₃ innan det släpps ut till recipient, avskildes 80-90% av NH₃ och halterna sjönk från 200-300 mg/l före NH₃-membran ner till 30-40 mg/l efter.

Till skillnad från RO-membran, avskiljer NH₃-membranen bara NH₃. SO₄ och Cl avskiljs ej.

Salthalten i (NH₃)₂SO₄-lösningen, som leds till pannan för destruktion, är ungefär lika hög som salthalten i survattnet från anläggningar med separat survattensteg. I diagrammet nedan ses en analys av (NH₃)₂SO₄-lösning från NH₃-membranet på Händelöverket.



Figur 23. Analys av $(\text{NH}_3)_2\text{SO}_4$ -lösning

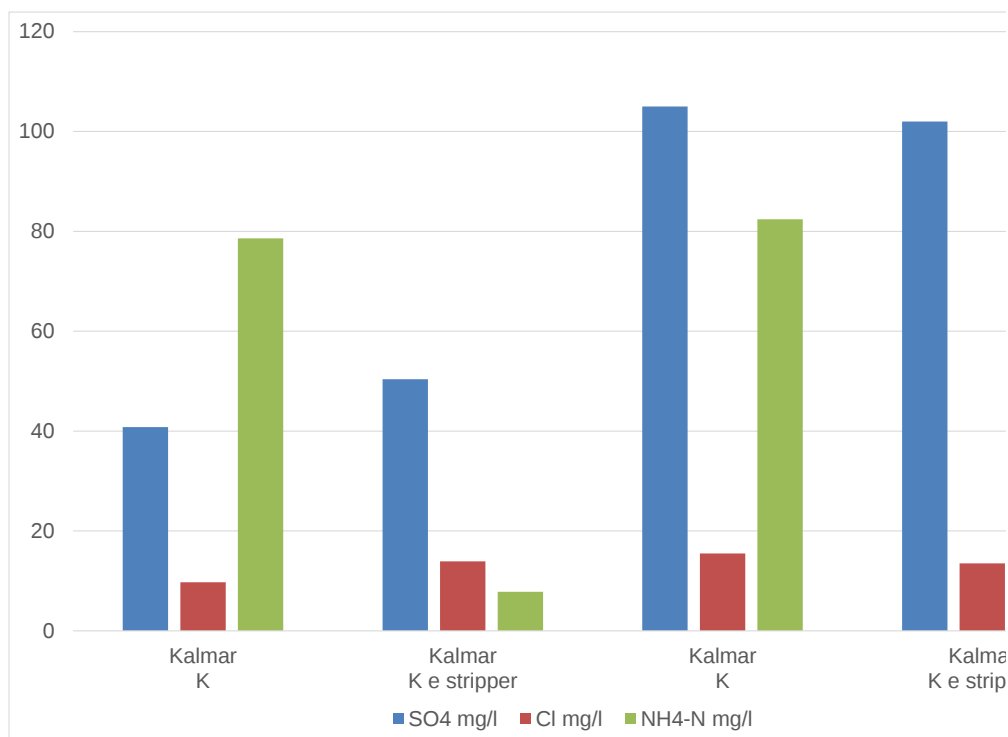
Figure 23. Analysis of $(\text{NH}_3)_2\text{SO}_4$ solution

SO_4 -halten på 70 000 mg/l var i nivå med den högsta uppmätta SO_4 -halten i survatten från den avfallseldade anläggningen i Eksjö.

NH_4 -halten på nästan 10 000 mg/l var i samma nivå som NH_4 -halten i survatten från Brista 1 och 2.

3.6 ANLÄGGNINGAR MED NH_3 -STRIPPER

Uppmätta NH_3 -halter i kondensat före (K) och efter NH_3 -stripper (K e stripper) från den biobränsleeldade anläggningen i Kalmar ses i diagrammet nedan.



Figur 24. Halter före och efter NH₃-stripper

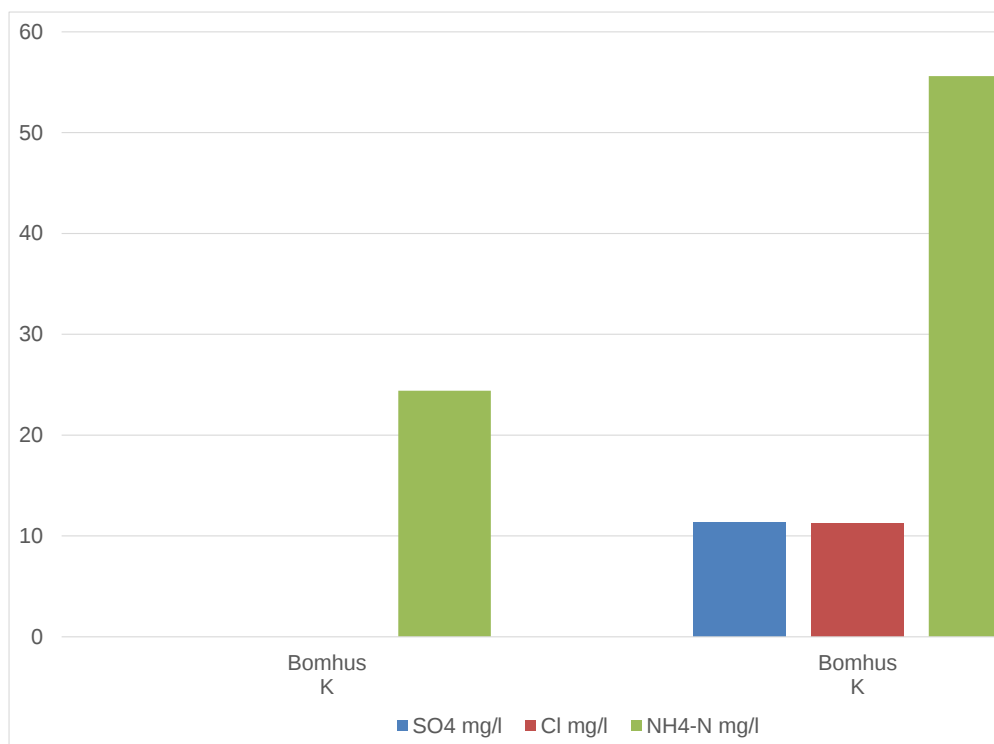
Figure 24. Concentrations before and after NH₃ stripper

I diagrammet ovan ses att NH₃-avskiljningen i Kalmars NH₃-stripper också låg kring 80-90% vid våra provtagningar. NH₃-halterna var 80 mg/l före NH₃-stripper och 8-20 mg/l efter.

Precis som NH₃-kontaktmembran, avskiljer NH₃-strippern bara NH₃. SO₄ och Cl avskiljs ej.

3.7 ANLÄGGNINGAR MED SLIP-SCR

Uppmätta NH₄-halter i kondensat (K) från den biobränsleeldade anläggningen Bomhus ses i diagrammet nedan.



Figur 25. Halter i rökgaskondensat efter slip-SCR

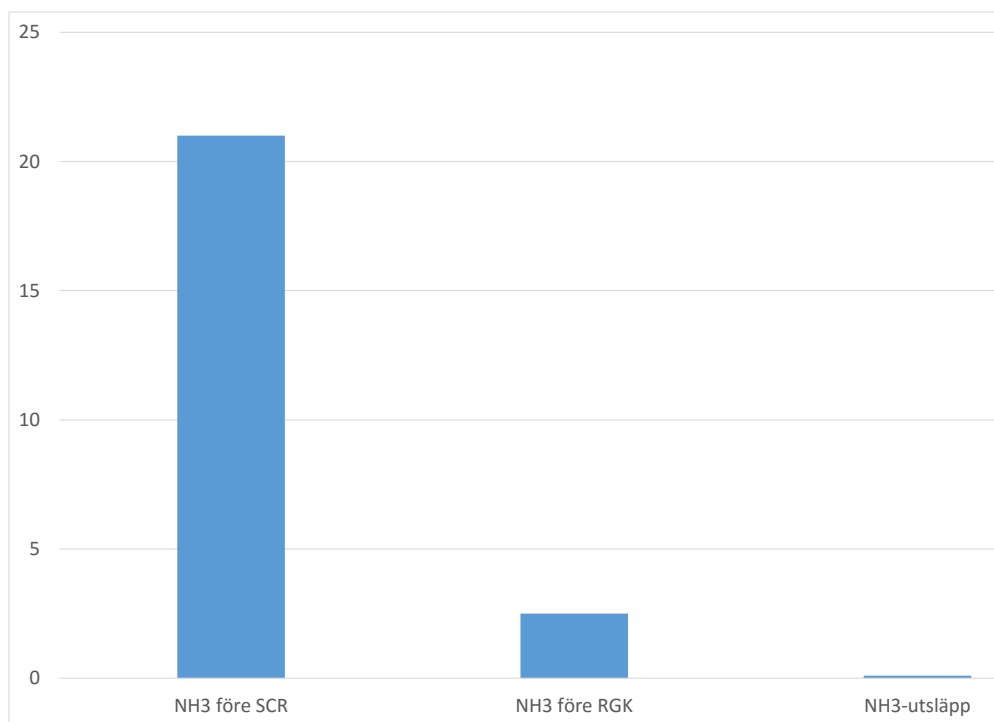
Figure 25. Concentrations in flue gas condensate after slip SCR

I diagrammet ovan ses att NH₄-halten i Bomhus rökgaskondensat var drygt 20 mg/l respektive drygt 50 mg/l vid de två provtagningstillfällena.

Vid den första provtagningen låg både SO₄- och Cl-halterna under detektionsgränsen på 5 respektive 1 mg/l. I det andra provet uppmättes kring 10 mg/l SO₄ och Cl.

NH₃-halten i rökgasen in till kondenseringen, efter slip-SCR, låg på 2,5 mg/Nm³ (t g, 6% O₂) när anläggningen besöktes och kondensatprov togs. Före slip-SCR var NH₃-halten i rökgasen nästan tio gånger så hög. Utan slip-SCR skulle därför också NH₄-halten i kondensatet ha varit tio gånger högre än vad som ses i diagrammet ovan, eftersom huvuddelen av NH₃ absorberas i kondensatet.

NH₃-halten i rökgasen vid besökstillfället ses i diagrammet nedan.



Figur 26. NH₃-halt i rökgas före och efter slip-SCR och kondensering (mg/Nm³, 6% O₂)

Figure 26. NH₃ concentration in flue gas before and after slip SCR and condenser (mg/Nm³, 6% O₂)

4 Sammanfattning och diskussion av teknikernas prestanda

4.1 ABSORPTION AV NH₃ I SURVATTEN SOM ÅTERFÖRS TILL PANNAN

Ammoniakhalter i survatten och rökgaskondensat hos anläggningar med separat survattensteg har sammanställts i tabellen nedan.

Tabell 6. Ammoniakavskiljning hos anläggningar som avskiljer ammoniak med survattnet

Table 6. Ammonia removal at plants with ammonia removal in acidic water

Anläggning	mg NH ₃ /l survatten	mg NH ₃ /l kondensat	% i survatten
<u>Brista 1</u>	12 000	26	93 %
	6 000	29	85 %
	17 000	43	91 %
<u>Brista 2</u>	10 000	7	98 %
	3 100	2,3	98 %
<u>Eksjö</u>	1 400	3,6	98 %
	700	0,8	>99 %

Som ses i tabellen ovan, avskiljs NH₃ effektivt i survattenstegen. I biobränsleeldade Brista 1 avskildes kring 90% av NH₃ med survattnet. I de avfallseldade Brista 2 och Eksjö var avskiljningen ännu effektivare och bara 1-2% av NH₃ hamnade i kondensatet.

4.2 ABSORPTION AV NH₃ I RÖKGASKONDENSAT OCH EFTERFÖLJANDE RENING

I tabellen nedan ses en sammanställning av ammoniakhalter i rökgaskondensat före och efter ammoniakreningssteget hos anläggningar som först absorberar rökgasens ammoniak i rökgaskondensat och därefter renar rökgaskondensatet från ammoniak.

Tabell 7. Ammoniakavskiljning hos anläggningar som renar rökgaskondensat från ammoniak

Table 7. Ammonia removal at plants with ammonia removal from flue gas condensate

Anläggning, teknik	mg NH ₃ /l före	mg NH ₃ /l efter	% avskiljning
<u>Eksjö</u> RO-membran	0,8	0,03	96 %
<u>Brista 2</u> RO-membran	2,3	0,16	93 %
<u>Igelsta värmeverk P3</u> RO-membran	116	5	96 %
	80	4	95 %
<u>Igelsta kraftvärmeverk</u> NH ₃ -membran	199	42	79 %
	293	27	91 %
<u>Händelöverket P11+P13</u> NH ₃ -membran	120	10	92 %
<u>Moskogen</u> NH ₃ -stripper	79	8	90 %
	82	19	77 %

Den procentuella avskiljningsgraden i reningsanläggningarna har beräknats utan hänsyn till eventuella ändringar i kondensatflöde före och efter rening. I NH_3 -membran och NH_3 -stripper ändras kondensatflödena i princip inte. I RO-membran däremot avskiljs en del av kondensatet ihop med ammoniaken och hamnar i RO-rejektet. RO-permeatflödet är därför lägre än flödet in till RO, vilket gör att den verkliga avskiljningsgraden är något högre än den som har beräknats i tabellen.

Som ses i tabellen ovan, var avskiljningsgraden uppåt 90% och högre när prov togs ut på anläggningarna. Avskiljningen i NH_3 -membran och NH_3 -stripper, som ibland inte nådde upp till 90%, är mycket avhängig av att kondensatets pH är tillräckligt högt. Stripparen är dessutom beroende av att temperaturen är tillräckligt hög.

Två av anläggningarna ovan där kondensat renas med RO-membran, Brista 2 och Eksjö, har låga NH_3 -halter i kondensatet redan före RO. I dessa två anläggningar fångas NH_3 upp i survattensteget och leds tillbaka till pannan. Kondensatet behöver därför inte renas från NH_3 . RO används i dessa två anläggningar främst för att rena kondensatet från tungmetaller, som leds tillbaka till surskrubbern med RO-rejektet. Som synes reduceras dock också den redan låga halten ammoniak ner till ännu lägre halt i RO.

4.3 MINIMERING AV NH_3 -UTSLÄPP MED HJÄLP AV SLIP-SCR

NH_3 -halten i rökgasen före och efter Bomhus slip-SCR ses i tabellen nedan.

Tabell 8. Minskning av ammoniakhalt i rökgas med slip-SCR

Table 8. Reduction of ammonia concentration in flue gas by slip SCR

Anläggning	mg NH_3/Nm^3 före	mg NH_3/Nm^3 efter	% avskiljning
Bomhus	21	2,5	88 %

NH_3 -halten i rökgasen minskade med nästan 90% i slip-SCR, ner till 2,5 mg/ Nm^3 (t g, 6% O_2). Vid skorstenen hade NH_3 -halten minskats med ytterligare 95% ner till 0,1 mg/ Nm^3 , eftersom huvuddelen resterande 2,5 mg/ Nm^3 efter slip-SCR hade absorberats i rök-gaskondensatet.

Bomhus slip-SCR doseras med NH_3 , vilket gör att NO_x -halten reduceras med ytterligare cirka 50% efter SNCR. NO_x -halter i Bomhus rökgas har sammanställts i tabellen nedan.

Tabell 9. NO_x -avskiljning hos anläggning med slip-SCR (mg/ Nm^3 , 6% O_2)

Table 9. NO_x removal at plant with slip SCR (mg/ Nm^3 , 6%, O_2)

Anläggning	Före SCR (dvs efter SNCR)	Efter SCR	% avskiljning
Bomhus	169	69	~50 %

4.4 NH₃-SLIP I RÖKGAS

4.4.1 Tillåtet NH₃-slip i skorsten enligt miljötillstånd

De besökta biobränsleeldade anläggningarna har maximalt tillåtna NO_x-utsläpp (vid 6% O₂) från 100 mg/Nm³ (årsmedel) till 300 mg/Nm³ (dygnsmedel). De avfallseldade anläggningarnas tillåtna NO_x-utsläpp (vid 11% O₂) ligger mellan 100 mg/Nm³ (årsmedel) till 300 mg/Nm³ (dygnsmedel).

Anläggningarnas maximalt tillåtna NH₃-utsläpp ligger i området 5-15 mg/Nm³ vid 6% O₂ och 5-10 mg/Nm³ vid 11% O₂.

4.4.2 Uppmätt NH₃-slip efter SNCR och efter kondensering

Några av de besökta anläggningarna mäter NH₃-slip i rökgas före rökgaskondensering. Mätningarna används dock inte för rapportering till myndigheterna, utan bara som driftinstrument, och de bedöms ofta som mindre tillförlitliga eller helt felaktiga. Mätdata som vi fick tillgång till vid anläggningsbesöken låg kring 10-15 mg/Nm³, dvs något över gränserna för NH₃-utsläpp till luft.

Efter kondenseringen hade NH₃-slip normalt minskat till enstaka mg/Nm³.

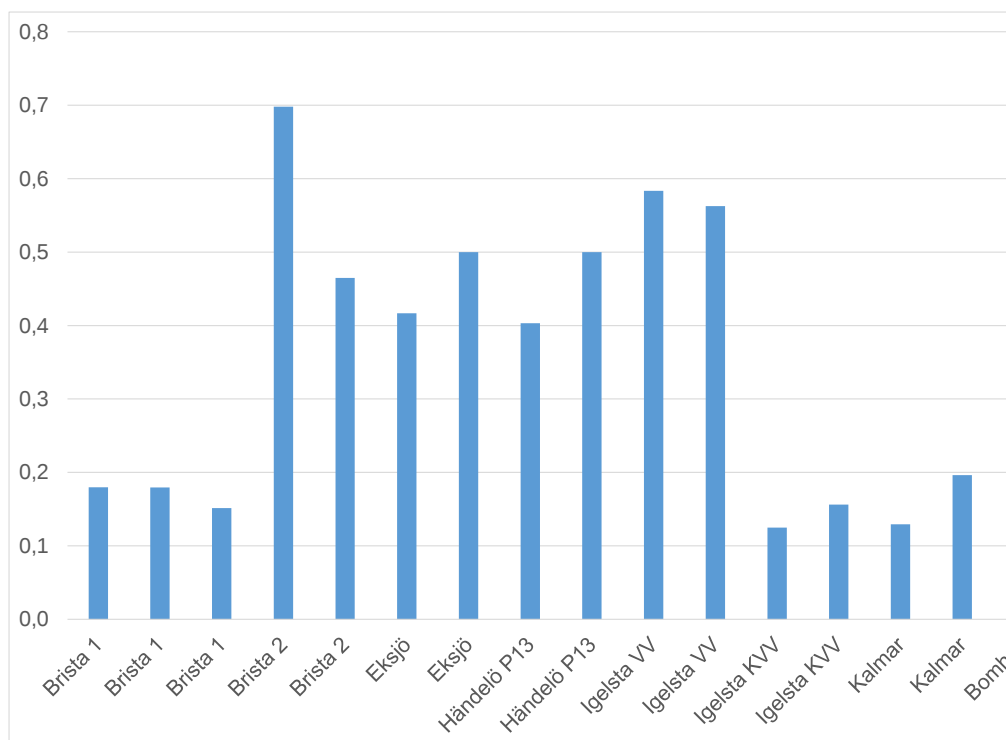
Detta innebär att över 90% av rökgasens NH₃ hamnar i rökgaskondensatet. Om 90% av ett NH₃-slip på 10-15 mg/Nm³ absorberas i kondensatet, får man en NH₄-halt i kondensatet på cirka 100 mg/l. (80 MW panna med ett rökgasflöde på 130 000 Nm³/h (bio, 6%O₂) till 160 000 Nm³/h (avfall, 11% O₂) och ett kondensatflöde på 20 m³/h respektive 15 m³/h → 50-150 mg/l NH₄)

4.5 NH₃-FÖRBRUKNING I SNCR

4.5.1 Uppmätt NH₃-förbrukning

Uppmätt NH₃-förbrukning i besökta anläggningars SNCR-anläggningar har sammanställts i tabellen nedan.

Förbrukningen har räknats om till kg/h 100% NH₃ per MW panneffekt för att jämförelser ska kunna göras mellan anläggningarna.



Figur 27. Ammoniäkförbrukning i SNCR (kg 100% NH₃ per h och MW)

Figure 27. Ammonia consumption in SNCR (kg 100% NH₃ per h and MW)

I diagrammet ovan ses att de bibränsleeldade CFB-pannorna Brista 1 och Igelsta KVV, liksom de bibränsleeldade BFB-pannorna Kalmar och Bomhus, hade en NH₃-förbrukning, på drygt 0,1-0,2 kg/h/MW i sina SNCR-anläggningar. Bomhus förbrukade ytterligare knappt 0,1 kg/h/MW i sin slip-SCR.

De avfallseldade rosterpannorna Brista 2 och Eksjö, liksom de två RT-eldade pannorna Händelö (CFB) och Igelsta VV (BFB), hade en cirka tre gånger så hög NH₃-förbrukning som de bibränsleeldade pannorna.

4.5.2 N-halter i bränsle

N-halten i bibränsle ligger typiskt kring 0,3% (på TS). Detta motsvarar i storleksordningen 0,5 kg N/h per MW_t panneffekt. En del av N-halten omvandlas till NO_x under förbränningen och denna NO_x reduceras därefter i SNCR-anläggningen med hjälp av drygt 0,1 kg NH₃-N per 0,1 kg NO_x-N.

RT-flis innehåller mer N, typiskt cirka 0,8% (på TS), dvs nästan tre gånger så mycket som bibränsle. Innehållet i hushållsavfall kan vara ännu högre. Därför krävs högre NH₃-dosering i SNCR-anläggningarna.

5 Sammanfattning och diskussion av drifterfarenheter

I detta kapitel diskuteras drifterfarenheter. Ekonomi diskuteras i nästa kapitel.

5.1 DRIFTERFARENHETER

Drifterfarenheter från besökta anläggningar har sammanställts i tabellen nedan.

Tabell 10. Drifterfarenheter från besökta anläggningar

Table 10. Operational experience of visited plants

Teknik	Drifterfarenheter	Åtgärder
<u>Quench/sursteg</u>	Smältande insprutningslans	Kylning av lansen
	Igensatta dysor	Dystvätt, ev insprutning utan dysa, insprutning separat och inte ihop med SNCR-NH ₃ för att inte störa SNCR
	Korrosion kring insprutningen	Flyttning av insprutningen
	Läckande insprutningssystem	Byte av rör och kopplingar, installation av pulsdämpare
	Försumbart personalbehov	
<u>RO</u>	Beläggningar/igensättning av UF, påsfilter, kolfilter, RO	Mer frekvent membrantvätt och påsbyte, CO ₂ -avdrivning, avhärtningsfilter, noggrann övervakning av stofffilterfunktion
	Läckage i UF, RO	Undvika att rester från UF-klorering hamnar i RO
<u>NH₃-membran</u>	Beläggningar/igensättning av skivfilter, jonbytare, UF, NH ₃ -membran	Mer frekvent filtertvätt, regenerering och membrantvätt, CO ₂ -avdrivning, avhärtningsfilter, noggrann övervakning av stofffilterfunktion
	Läckage i NH ₃ -membran	Undvika att rester från UF-tvätt hamnar i NH ₃ -membran
	Problem med kemikaliedosering	
	Stort personalbehov	
<u>NH₃-stripper</u>	Beläggningar/igensättning av värmväxlare och stripper	Tvätt eller byte av fyllkroppar, CO ₂ -avdrivning, avhärtningsfilter, noggrann övervakning av stofffilterfunktion
	Försumbart personalbehov	
<u>Slip-SCR</u>	Katalysatoraktivitetsförlust	Katalysatorbyte
	Försumbart personalbehov	

5.2 DISKUSSION

Slutsatsen från anläggningsbesöken är att alla teknikerna har för- och nackdelar.

Alternativen med survattenåterföring, stripper och slip-SCR kräver minst engagemang i form av personaltid.

SCR-alternativet kräver i princip bara tillsyn vid revision, när katalysatorn dammsugs och katalysatorprover tas ut för bestämning av aktivitetsförlust. I övrigt är SCR-anläggningen i princip passiv, om man inte räknar med tillsyn av NH_3 -lagret som man ju har i SNCR-anläggningar också.

Alternativet med survattenåterföring kräver inte heller särskilt mycket tillsyn, förutsatt att man har installerat en robust survattenledning och återför survattnet på ett ställe i pannan där man inte riskerar att träffa pannväggar eller andra ytor som kan korrodera. En allmän erfarenhet är också att det är lämpligt att ha en separat lans för survattnet, så att inte SNCR-lansarnas och SNCR-systemets NH_3 -injicering påverkas negativt av survattenåterföringen.

Det tredje alternativet som inte kräver särskilt mycket tillsyn är NH_3 -strippern. Detta förutsätter dock att man har relativt rent kondensat. Det krävs en bra stoftrening och en bra förbehandling av kondensatet före strippern. Både strippern och värmeväxlaren som värmer kondensatet före strippern är känsliga för igensättning. Kondensatet bör därför vara fritt från partiklar och suspenderat material samt från hårdhet och karbonater. För att ta bort susp väljs normalt UF eller sandfilter. Erfarenheten visar att UF ger en högre avskiljningsgrad, men att sandfilter är mer robust. För att ta bort hårdhet och karbonat kan man installera avhärtningsfilter och CO_2 -stripper. Det är också viktigt att övervaka rökgasreningen, genom t ex regelbundna analyser av hårdhet i kondensatet, för att tidigt kunna detektera och åtgärda stoftgenombrott och därmed säkerställa att man alltid har så bra kondensatkvalitet som möjligt in till NH_3 -strippern.

En väl fungerande RO kräver inte heller särskilt mycket personaltid. Det krävs dock normalt fler mantimmar än för NH_3 -strippen, bland annat för tvätt och konservering av membran. Förbehandlingen måste också vara minst lika bra som före strippern. En RO är dessutom känslig för kloreringskemikalier, som eventuellt kan hamna i kondensatet i samband med desinfektion av UF som ofta är förbehandlingssteg före RO.

NH_3 -membranet är den absolut mest personalintensiva tekniken. Erfarenheten är att det krävs minst en halvtidstjänst. NH_3 -membranet kräver omfattande förbehandling, för att drifttiden mellan membrantvättar ska bli rimlig. NH_3 -membrantekniken är också den mest kemikalieintensiva, eftersom kemikalier behövs både för pH-justering och för H_2SO_4 -cirkulationskretsen. Kemikaliehantering och service på pH-kontrollutrustning bidrar till det stora personalbehovet.

6 Kostnader

I detta kapitel redovisas kostnaderna för de olika teknikalternativen.

6.1 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR KOSTNADSBERÄKNINGARNA

Investeringskostnaderna är baserade på budgetofferter från olika leverantörer, givna under år 2015 eller omräknade till 2015.

Bara kostnader för själva ammoniakavskiljningen har tagits med i beräkningarna. Kostnader för avskiljning av partiklar och tungmetaller eller annan kondensatrengs-utrustning är inte medtagna. Samtliga anläggningar förutsätts vara utrustade med förfiltrering och partikelrening före ammoniakavskiljningen.

Samtliga anläggningsexempel förutsatt också ha SNCR inklusive ammoniaktank samt luttillsatts i kondenseringssteget inklusive luttank. Byggnader är inte inkluderade i kostnadsberäkningarna.

6.1.1 Anläggningsstorlek

Beräkningarna är utförda för två anläggningsexempel. Båda baseras på en anläggningsstorlek på 80 MW, men den ena anläggningen eldas med avfall och den andra anläggningen eldas med biobränsle.

För avfallspannan är utgångspunkten ett rökgaskondensatflöde på 15 m³/h. För biopannan är utgångspunkten ett rökgaskondensatflöde på 20 m³/h. Survattenflödet, i de fall där det är aktuellt, har ansatts till 500 l/h.

6.1.2 Antal årliga drifttimmar

För avfallspannan är kostnadsberäkningarna baserade på en årlig drifttid på 8000 timmar och för biopannan är beräkningarna baserade på 5000 drifttimmar per år.

6.1.3 Kapitalkostnad

Kapitalkostnaden har ansatts till 7,5% (baserat på 20 års avskrivning av investeringen och 4% realränta).

6.1.4 Enhetspriser för förbrukningsvaror

Driftkostnaderna är baserade på följande enhetspriser för förbrukningsvaror:

Tabell 11. Tabell 1. Enhetspriser

Table 11. Table 1. Unit costs

Enhetskostnader		
Pris lut NaOH 50%	SEK/ton	2 000
Pris saltsyra HCl 34%	SEK/ton	1 500
Pris ammoniak NH ₃ 24,5%	SEK/ton	2 200
Pris svavelsyra H ₂ SO ₄	SEK/ton	4 000
Elpris förbrukning	SEK/MWh	650
Ånga	SEK/MWh	450

Arbetskraft	SEK/h	500
-------------	-------	-----

6.2 ÅRLIGA KOSTNADER FÖR DE OLIKA TEKNIKERNÄ

Kostnadsberäkningar för de olika teknikalternativen är redovisade i tabellerna nedan.

6.2.1 Quench och survattenåterföring till pannan

Huvudkomponenterna för denna teknik är:

- Quench inkl cirkulationspump och dysarrangemang
- Doserpump för saltsyra samt pH-reglering för pH-justering från 6,5 till 3
- Ledning och insprutningssystem för survatten till panna

Tabell 12. Tabell 2. Kostnad för quench och survattenåterföring till pannan

Table 12. Table 2. Cost of quench and acid water recirculation to the boiler

	Avfallspanna		Biopanna	
		kSEK/år		kSEK/år
Investering	6,9 MSEK		6,9 MSEK	
Kapitalkostnad	7,5 % av inv	517,5	7,5 % av inv	517,5
pH-justering	0 kg HCl per m ³	0	2,5 kg HCl per m ³	9
Arbetskraft	100 h/år	50	100 h/år	50
Underhåll	0,5 % av inv	35	0,5 % av inv	35
Totalkostnad		602		611

Kapitalkostnaden är den dominerande kostnaden för detta alternativ. För biopannan har vi räknat med en kostnad för pH-justering av survatten, men inte för avfallspannan eftersom survattnet normalt har lågt pH på grund av den högre kloridhalten i rökgasen.

6.2.2 Membranfiltrering med RO

Huvudkomponenterna för denna teknik är:

- RO-filter (omvänd osmos) i två steg
- Ledning och insprutningssystem för RO-rejekt till panna

Tabell 13. Tabell 3. Kostnad för membranfiltrering med RO

Table 13. Table 3. Cost of membrane filtration with RO

	Avfallspanna		Biopanna	
		kSEK/år		kSEK/år
Investering	2 MSEK		2,5 MSEK	
Kapitalkostnad	7,5 % av inv	150	7,5 % av inv	188
RO membran	Byte vart 5:e år	30	Byte vart 5:e år	40
RO elförbrukning	2 kW per m ³ /h	156	2 kW per m ³ /h	130
Arbetskraft	200 h/år	100	200 h/år	100

Underhåll	1,5 % av inv	30	1,5 % av inv	38
Totalkostnad		466		495

Näst efter kapitalkostnaden är driftkostnaden för el till RO-högtryckspumparna den största kostnaden för RO-alternativet.

6.2.3 Ammoniakmembran

Huvudkomponenterna för denna teknik är:

- Ammoniakmembran
- Doserpump för lut, svavelsyra och saltsyra samt pH-reglering för pH-justering från 6,5 till 11 och sedan tillbaka till 7
- System för ammoniumsulfatlösning till panna

Tabell 14. Tabell 4. Kostnad för ammoniakmembran

Table 14. Table 4. Cost of ammonia membrane

	Avfallspanna		Biopanna	
		kSEK/år		kSEK/år
Investering	7,5 MSEK		7,5 MSEK	
Kapitalkostnad	7,5 % av inv	562,5	7,5 % av inv	562,5
Membran	Byte vart 2:a år	75	Byte vart 2:a år	100
pH-justering (per m ³)	1,5 kg NaOH + 2,5 kg HCl	810	1,5 kg NaOH + 2,5 kg HCl	675
Svavelsyra	0,75 kg H ₂ SO ₄ per m ³	24	0,75 kg H ₂ SO ₄ per m ³	15
Arbetskraft	900 h/år	450	900 h/år	450
Underhåll	2 % av inv	150	2 % av inv	150
Totalkostnad		2072		1953

Detta alternativ har en hög kostnad för pH-justeringskemikalier, eftersom hela kondensatflödet måste pH-justeras till pH 11 för att NH₃-avskiljningen ska bli optimal och därefter justeras tillbaka till neutralt pH innan utsläpp. Kemikaliekostnaden blir i detta fall till och med högre än kapitalkostnaden.

Vi har också räknat med att det behövs en halvtidstjänst för drift- och underhåll. Detta ger en årlig kostnad som är nästan i nivå med kapitalkostnaden.

6.2.4 Ammoniakstripper

Huvudkomponenterna för denna teknik är:

- Ammoniakstripper inkl fyllkroppar
- Doserpump för lut och saltsyra samt pH-reglering för pH-justering från 6,5 till 11 och sedan tillbaka till 7
- Värmeväxlare för förvärmning av rökgaskondensat före strippning
- Luftkanaler för förbränningsluft från pannan till strippern och för ammoniakmättad luft tillbaka till pannan

Tabell 15. Tabell 5. Kostnad för ammoniakstripper

Table 15. Table 5. Cost of ammonia stripping

	Avfallspanna		Biopanna	
		kSEK/år		kSEK/år
Investering	8 MSEK		10 MSEK	
Kapitalkostnad	7,5 % av inv	600	7,5 % av inv	750
pH-justering (per m ³)	1,5 kg NaOH + 2,5 kg HCl	810	1,5 kg NaOH + 2,5 kg HCl	675
Fyllkroppar	Byte vart 2:a år	15	Byte vart 2:a år	15
Ånga	75 kW	270	100 kW	225
Arbetskraft	100 h/år	50	100 h/år	50
Underhåll	0,5 % av inv	40	0,5 % av inv	50
Totalkostnad		1785		1765

Detta alternativ har samma höga kostnad för pH-justeringskemikalier som alternativet med ammoniakmembran, eftersom också här hela kondensatflödet måste pH-justeras till pH 11, för att NH₃-avskiljningen ska bli optimal, och därefter justeras tillbaka till neutralt pH innan utsläpp.

Den årliga kapitalkostnaden är hög, eftersom investeringen omfattar inte bara själva strippern utan också luftkanaler från pannan och tillbaka igen.

För optimal ammoniakavskiljning i strippern, behöver kondensatet inte bara pH-justeras utan också värmas. Den tredje högsta kostnaden för stripperalternativet är därför kostnaden för ånga.

6.2.5 Slip-SCR

Kostnadsberäkningen för den biobränsleeldade anläggningen avser en slip-SCR med en volym på 50 m³. Katalysatorn är placerad som high-dust, dvs i rökgaskanalen före stofffilter, vilket är rimligt eftersom den inte ensam behöver klara all NO_x-reduktion utan har hjälp av en SNCR där den huvudsakliga NO_x-reduktionen sker.

För den avfallseldade anläggningen har vi bedömt att placering av en SCR som high-dust före stofffilter inte är möjlig, utan katalysatorn måste placeras efter stofffilter. Av de två alternativen low-dust, efter stofffilter, och tail-end, efter kondensering, har vi valt att räkna på low-dust. Tail-end ju inte är aktuellt för slip-SCR, eftersom det inte finns NH₃-slip kvar i rökgasen efter kondenseringen.

På grund av den långsammare reaktionshastigheten jämfört med om katalysatorn placeras vid optimal temperatur som high-dust, har vi i low-dustfallet räknat med en större katalysatorvolym på 100 m³.

Vi har räknat med att katalysatorn placeras vid en rökgastemperatur på 180°C i avfallspannans rökgaskanal. Vid denna temperatur väljer man normalt avsvavling med bikarbonat i stället för med kalk. Vi har dock inte beaktat eventuella ändringar i avsvavlinskostnaden i vår beräkning.

Huvudkomponenterna för denna teknik är:

- SCR inkl katalysatorelement à 60 000 SEK/m³

Tabell 16. Tabell 6. Kostnad för slip-SCR

Table 16. Table 6. Cost of slip SCR

	Avfallspanna (SCR low-dust)		Biopanna (SNCR + slip-SCR)	
		kSEK/år		kSEK/år
Investering	34 MSEK*		28 MSEK	
Kapitalkostnad	7,5 % av inv	2574	7,5 % av inv	2099
Katalysatorelement	Byte vart 10:e år	600	Byte vart 4:e år	750
Rökgasfläkt extra elförbrukning	100 kW	520	50 kW	163
Arbetskraft	100 h/år	50	100 h/år	50
Underhåll	0,1 % av inv	34	0,1 % av inv	28
Totalkostnad		3778		3090

*37 MSEK för SCR – 3 MSEK för SNCR som inte behövs i detta alternativ

Alternativet med SCR är dyrt i investering och ger den i särklass högsta kapitalkostnaden. Också kostnaden för byte av katalysatorelement är hög. Dessutom kostar tryckfallet genom katalysatorn en hel del extra elförbrukning i rökgasfläkten, särskilt för avfallspannan som har en större katalysatorvolym än biopannan.

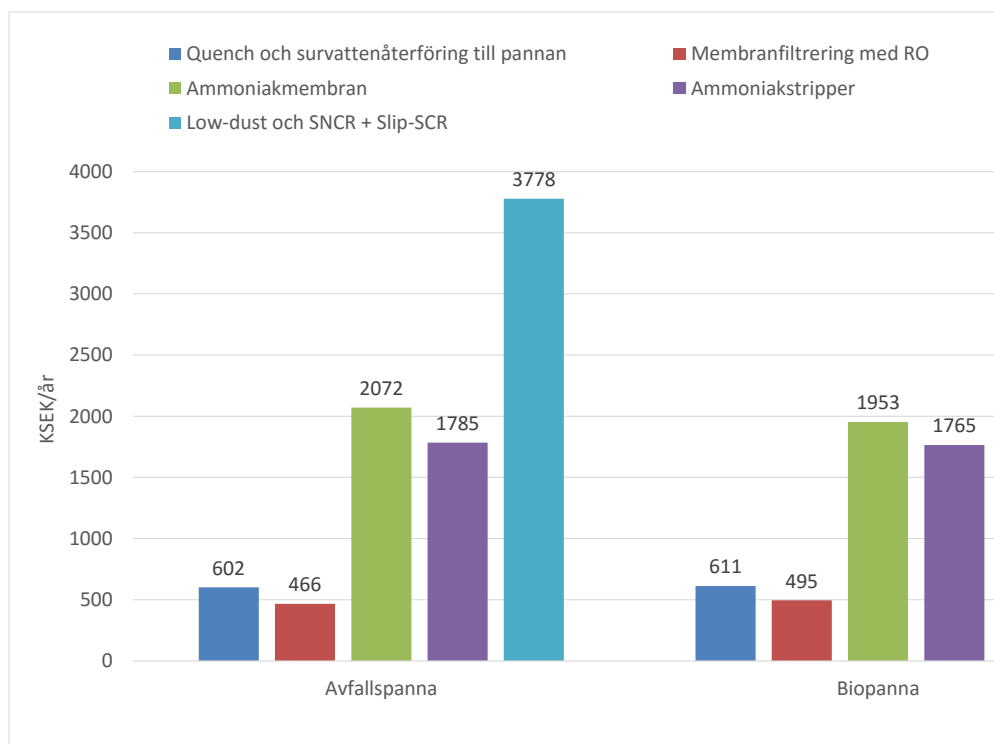
SCR väljs normalt om anläggningen har så hårda NO_x-krav att man inte klarar att uppfylla dem med bara SNCR. Med SCR når man en lägre NO_x-emission än med SNCR, vilket ger en lägre årlig kostnad i NO_x-avgiftssystemet. Vi har inte beaktat någon intäkt för återbetalad NO_x-avgift i tabellen ovan. Därför är SCR-alternativet det i särklass dyraste i våra beräkningar.

Det är mycket anläggningsspecifikt hur mycket man sparar i NO_x-avgift varje år, jämfört med om man väljer något av de fyra alternativen med SNCR och ammoniumavskiljning ur kondensatet som diskuterats ovan. Det beror bland annat på faktorer som panntyp och pannans NO_x-utsläpp utan SNCR, SNCR-anläggningens prestanda, pannans och SNCR-anläggningens dellastegenskaper och hur ofta anläggningen körs med dellast.

Vi bedömer dock att en 80 MW anläggning som väljer SCR i stället för SNCR kan spara någon/några MSEK/år i NO_x-avgift, typiskt kanske cirka 2 MSEK/år. I så fall blir årskostnaden för SCR-alternativet inte högre än årskostnaden för stripper alternativt ammoniakmembran. I vissa fall skulle SCR-alternativet till och med kunna konkurrera med de billigaste alternativen ovan med survattenåterföring alternativt RO-rejektåterföring till pannan.

6.3 SAMMANFATTNING OCH DISKUSSION

Den totala kostnaden för de olika teknikerna för ammoniakavskiljning är sammanfattad i diagrammet nedan.



Figur 28. Årliga kostnader för ammoniakavskiljning

Figure 28. Annual costs for ammonia removal

Som ses i diagrammet ovan, är årskostnaden lägst för de två teknikerna där NH_3 avskiljs i quench eller RO och sedan förs tillbaka till pannan. Quenchalternativet har en kapitalkostnad på cirka 500 kSEK/år och inga stora drift- och underhållskostnader. RO-alternativet är billigast i investering och har en kapitalkostnad på under 200 kSEK per år. Till det kommer kostnader för el och membranbyte på totalt cirka 200 kSEK/år. Den totala kostnaden för RO-alternativet är under 500 kSEK/år, vilket gör RO till det billigaste alternativet. På andra plats kommer quench med en total kostnad på cirka 600 kSEK/år. Båda dessa alternativ förutsätter dock att pannan kan ta emot survatten respektive RO-rejekt. RO-rejektflödet är normalt flera m^3/h , medan survattenflödet är några 100 l/h. Förutom att pannan måste kunna klara av dessa vattenflöden, måste man säkerställa att inte klorid anrikas i systemet. Både quench och RO avskiljer ju inte bara NH_3 utan också Cl. Därför rekommenderas kalkdoserat stofffilter, både för avfalls- och biopannor.

De två alternativen med selektiv NH_3 -avskiljning, ammoniakmembran respektive ammoniakstripper, har en tre gånger så hög kostnad. Här avskiljs bara NH_3 och förs tillbaka till pannan i form av en sur $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ -lösning alternativt med förbränningsluften. Klorid avskiljs inte, så man har ingen risk för anrikning. Båda alternativen har en kapitalkostnad som är lite högre än quenchens 500 kSEK/år. I vårt exempel är kapitalkostnaden för strippern något högre, 600 kSEK/år för avfallspannan och 750 kSEK/år för biopannan som har ett större rökgasflöde. Båda alternativen har stora kemikaliekostnader, kring 700-800 kSEK/år, eftersom rökgasens NH_3 föreligger som NH_4 i det neutrala rökgaskondensatet och NH_3 -avskiljningen kräver att NH_4 först omvandlas till NH_3 genom luttillsats så att kondensatet blir starkt basiskt. Membranalternativet har en kostnad för membranbyte på 100 kSEK/år och strippern

behöver ånga för 200-300 kSEK/år. Det som gör att membranalternativet blir dyrare, är att detta alternativ är personalintensivt. Vi har räknat med en halvtidstjänst till en kostnad av 450 kSEK/år, mot 50 kSEK/år för strippern.

SCR-alternativen har en mycket högre kapitalkostnad, på över 2000 kSEK/år. Till detta kommer kostnader för ökat rökgastryckfall och för katalysatorbyte på totalt i storleksordningen 1000 kSEK/år. Med SCR når man dock lägre NO_x-halt i rökgasen än med SNCR, så att man kan tillgodogöra sig en minskad NO_x-avgift. Enligt vad som diskuterades ovan, bedömer vi att besparingen i NO_x-avgift blir någon/några MSEK/år, typiskt kanske cirka 2 MSEK/år. I så fall kan SCR-alternativet konkurrera med övriga alternativ. SCR har fördelen att den inte är personalkrävande. Precis som alternativen med quench och stripper, har SCR-alternativet en personalkostnad på bara 50 kSEK/år.

6.4 KOSTNAD PER KG AVSKILT KVÄVE

De årliga kostnaderna för ammoniakavskiljning ovan, från cirka 500 kSEK/år upp till cirka 2000 kSEK/år, motsvarar en kostnad per kg avskilt kväve på cirka 50-250 SEK/kg. (100 mg/l NH₄ och 100 000 till 120 000 m³ kondensat/år → 8-9 ton N/år)

Detta kan jämföras med avgifter för utsläpp till reningsverk på 75-200 SEK/kg kväve som har diskuterats (IVL:s rapport "Fallstudie – Avgiftssystem fosfor och kväve för kommunala avloppsreningsverk", april 2012).

7 Rekommendationer

Baserat på tekniska prestanda som diskuterats i kapitel 7, drifterfarenheter från besökta anläggningar som diskuterats i kapitel 8 och kostnader som diskuterats i kapitel 9, kan följande rekommendationer ges:

- Eftersom man kan uppnå en bra ammoniakavskiljning på 80-90% och högre med alla tekniker som diskuterats i rapporten, får teknik väljas utifrån andra kriterier än prestanda.
- Lägst kostnad har alternativen med avskiljning i quench eller RO. Dessa tekniker rekommenderas om man har möjlighet att föra tillbaka quenchavdrag respektive RO-rejekt till pannan. Återföringen förutsätter kalkdoserat stoftfilter, för att inte klorid ska anrikas i panna och rökgasstråk.
- Quench och RO är också lämpliga om man har behov av att avskilja fler ämnen än ammoniak. Båda avskiljer tungmetaller, utöver ammoniak och klorid. RO avskiljer dessutom sulfat, vilket kan vara fördelaktigt om man har strikta krav på sulfat till recipient.
- Kostnaden för SCR är högre än för de andra alternativen. SCR kan ändå vara ekonomiskt, i de fall där den kan räknas hem genom en minskad NO_x -avgift. SCR är också förstahandsalternativ ifall man har så strikta krav på NO_x i rökgas att SNCR är otillräckligt.
- Om ett minimalt personalbehov prioriteras, är NH_3 -membran inte att rekommendera.
- Om man vill minimera kemikalieanvändning, är NH_3 -membran mest ofördelaktigt. NH_3 -strippern är inte heller fördelaktig. Båda alternativen förbrukar stora mängder lut och syra för pH-justering till pH 11 före avskiljningen och sedan tillbaka till neutralt pH före recipient. NH_3 -membran behöver dessutom svavelsyra till cirkulationskretsen.
- Om man inte har tillgång till ånga för värmning av kondensat eller plats för luftkanaler mellan panna och stripper, är NH_3 -stripper inget alternativ.

8 Förslag till fortsatt forskningsarbete

En av slutsatserna i denna rapport är att SCR kan vara ett realistiskt ekonomiskt alternativ för att minimera ammoniumutsläpp med rökgaskondensat till recipient. Detta förutsätter dock att en stor del av SCR-kostnaden bärs av att anläggningen får en lägre årlig NO_x-avgift med SCR än med SNCR. Med framtida strängare NO_x-emissionskrav kan SCR dock också komma att krävas även om anläggningen har möjlighet att fånga upp ammoniak i rökgaskondensat och sedan ta hand om det i kondensatreningen. Det finns redan idag exempel på anläggningar som har fått installera SCR för att klara sina NO_x-krav. Vi föreslår därför att man utreder olika alternativ och placeringar för SCR, med avseende på utsläpp av både NO_x och NH₃ och på totalekonomi.

En annan erfarenhet från denna rapport är att bland annat de membranbaserade kondensatreningssystemen är personalintensiva och därmed kostsamma. Membran väljs ofta för att de ger en effektiv avskiljning av många föroreningar, vilket är viktigt om man planerar att återanvända det renade kondensatet. Vi ser därför ett behov av att utreda driftfarenheter av långtgående kondensatrening och kondensatåtervinning och att diskutera driftproblem som kan uppstå, som t ex hur skyddas olika reningssteg från beläggningar och bakteriepåväxt, hur skyddas efterföljande steg från att skadas av tvättvattenrester när ett föregående steg har tvättats eller desinficerats, och så vidare.

9 Litteraturreferenser och kontakter

9.1 LITTERATURREFERENSER

- [1] Axby F och Hansson C, "Praktiska konsekvenser för förbränningsanläggningar vid införandet av vattendirektivet", Värmeforsk, Stockholm november 2004
- [2] Axby F et al, "Avancerad rening av rökgaskondensat", Värmeforsk, Stockholm november 2004
- [3] Goldschmidt B et al, "Utvärdering av erfarenheter av membranteknik för rening av rökgaskondensat", Värmeforsk, Stockholm februari 2009
- [4] Goldschmidt B et al, "SCR i biobränsle- och avfallseldade anläggningar", Värmeforsk, Stockholm november 2010
- [5] Goldschmidt B et al, "Benchmarking of flue gas condensate cleaning technologies in waste-to-energy plants", Värmeforsk, Stockholm juni 2011
- [6] Goldschmidt B et al, "Tungmetalljonbytare för rening av rökgaskondensat", Värmeforsk projekt 37792-1, in press
- [7] Avfall Sverige, "Erfarenheter från behandling av ammoniakhaltigt survatten från avfalls- och samförbränningsanläggningar", Rapport E2013:05, Malmö 2013
- [8] Strömberg B och Herstad Svärd S, "Bränslehandboken 2012", Värmeforsk Stockholm april 2012

9.2 KONTAKTER

- [1] Jakob Sahlén, Avfall Sverige, jakob.sahlen@avfallsverige.se
- [2] Tomas Berglund, Bristaverket, tomas.berglund@fortum.com
- [3] Sara Sjögren, Bristaverket, sara.sjogren@fortum.com
- [4] Jörgen Oskarsson, Eksjö Energi, jorgen.oskarsson@eksjoenergi.se
- [5] Anna Edebo, Händelöverket, anna.edebo@eon.se
- [6] Niklas Berg, Igelstaverket, niklas.berg@soderenergi.se
- [7] Robert Stensson, Moskogen, Kalmar Energi, robert.stensson@kalmarenergi.se
- [8] Maria Carendi, Bomhus Energi, maria.carendi@bomhusenergi.se

Bilagor

A Anläggningserfarenheter

I bilaga A.1 redovisas erfarenheter från anläggningar som har besökts inom ramen för projektet. Analysdata på rökgaskondensatprover som togs vid besöken finns i bilaga B.

I bilaga A.2 finns ett referat av erfarenheter från anläggningar med survattenåterföring som besöktes inom ramen för Avfall Sveriges projekt "Erfarenheter från behandling av ammoniakhaltigt survatten från avfalls- och samförbränningsanläggningar" (rapport E2013:05).

A.1 Besökta anläggningar

Anläggning, panna	Rökgasrening, kondensering	Teknik för att reducera NH ₃ -slip
<u>Brista 1</u> 133 MW bio	Elfilter Tubkondensor med uppfuktare Separat surskrubbersteg	Absorption i survatten (survatten till destruktion) Avskiljning i RO-membran (RO-rejekt till surskrubber)
<u>Brista 2</u> 80 MW avfall	Textilfilter med kalk och kol Skrubberkondensor Separat surskrubbersteg	Absorption i survatten (survatten till panna) Avskiljning i RO-membran (RO-rejekt till surskrubber)
<u>Eksjö</u> 18 MW avfall	Textilfilter med kalk och kol Skrubberkondensor Separat surskrubbersteg	Absorption i survatten (survatten till panna) Avskiljning i RO-membran (RO-rejekt till surskrubber)
<u>Igelsta värmeverk P3</u> 80 MW bio + RT + torv	Elfilter Textilfilter med kalk och kol Tubkondensor med uppfuktare	Absorption i condensat Avskiljning i RO-membran (RO-rejekt till panna)
<u>Igelsta kraftvärmeverk</u> 245 MW bio + RT	Textilfilter med kalk Tubkondensor med uppfuktare	Absorption i condensat Avskiljning i NH ₃ -membran ((NH ₃) ₂ SO ₄ -lösning till panna)
<u>Händelöverket P11+P13</u> 90 MW + 130 MW samförbränning	P11: Textilfilter med kalk P13: Kalk i pannan, elfilter Gemensam lamellkondensor	Absorption i condensat Avskiljning i NH ₃ -membran ((NH ₃) ₂ SO ₄ -lösning till panna)
<u>Moskogen</u> 90 MW bio	Elfilter Skrubberkondensor med uppfuktarsteg	Absorption i condensat Avskiljning i NH ₃ -stripper (NH ₃ -haltig luft till panna)
<u>Bomhus</u>	Slip-SCR Slangfilter med Na-bikarbonat Tubkondensor	Avskiljning i slip-SCR Absorption i condensat

Drifterfarenheter från respektive anläggning sammanfattas i avsnitt A.1.1-A.1.8.

A.1.1. Brista 1

Anläggning och kontaktpersoner	Bristaverket, Märsta, 08 - 671 70 00 Tomas Berglund, tomas.berglund@fortum.com Sara Sjögren, sara.sjogren@fortum.com (kemi)
Panna och bränsle	133 MW _{bränsle} CFB-panna från 1997 (Foster Wheeler) GROT, bark, stamvedsflis, sågspån, skogsflis Drifttid: 7500-8000 h/år t o m 2013, därefter 5500 h/år
Rökgasrening	SNCR med 25% NH ₃ , elfilter Fram till 2009 fanns slip-SCR
Våt rökgasrening och kondensering	30 MW tubkondensor och uppfuktare med rotor från 2002 (Fagersta) Kompletterad med quench 2014 (Radscan)
Kondensatrening	Avdragsflödet från quenchen (~200 l/h) hämtas med bil för destruktions Kondensatrening med skaksil, UF och RO (Radscan), rejektet från skaksil, UF och RO leds till quenchen
Ammoniakavskiljning	Huvuddelen av rökgasens NH ₃ hamnar i quenchvattnet, som idag skickas på destruktions. I framtiden planerar man att spruta in quenchavdraget i den nya avfallseldade pannan Brista 2.

Bristaverket togs i drift 1997. Anläggningen bestod då av en biobränsleeldad panna, Brista 1. 2013 driftsattes det avfallseldade kraftvärmeverket Brista 2, som har en värmeeffekt på 60 MW och en eleffekt 20 MW.

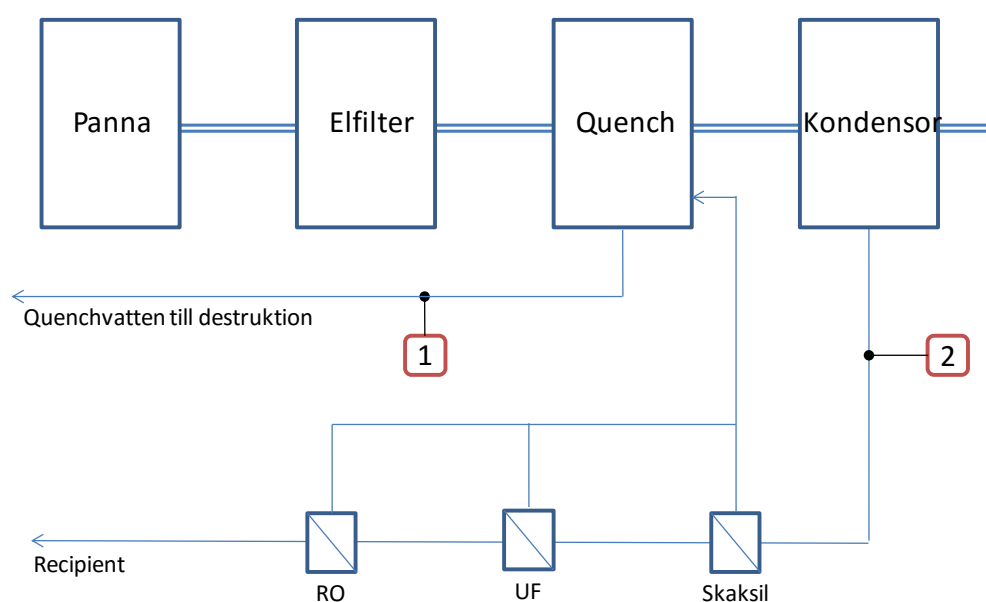
Brista 1 består av en biobränsleeldad CFB-panna, som har en värmeeffekt på 108 MW och en eleffekt på 42 MW. Sedan 2002 är Brista 1 försett med en rökgaskondensering-sanläggning på 30 MW.

Brista 1 utrustades ursprungligen med SNCR med 25% NH₃ plus en slip-SCR för att ta hand om NH₃-slip i rökgasen. Slipkatalysatorn var placerad som high-dust mellan pannan och elfiltret, vid en rökgastemperatur i området 300-380°C. Den innehöll ett 120 cm djupt katalysatorlager. På grund av den höga stoftbelastningen på katalysatorn i high-dust-läge fick man en betydande aktivitetsförlust. Efter tre år, år 2000, uppmättes en kvarvarande aktivitet på 40% av ursprunglig kapacitet. Man hade också en betydande kostnad för ökat fläktarbete på grund av det ökande tryckfallet över katalysatorn, när den började bli igensatt med stoft.

För sex år sedan, efter drygt tio års drift, togs katalysatorn bort. Detta medför att rökgasens NH₃-slip inte längre destrueras, utan finns kvar i rökgasen fram till kondensorn. Vid kondenseringen hamnar då NH₃ i rökgaskondensatet, som ursprungligen renades med sandfiltrering och fällning. Eftersom rökgaskondensatet leddes till reningsverk, som inte hade några krav på max NH₃-halt i vattnet, kunde detta accepteras.

I samband med att man fick ett nytt miljötillstånd när Brista 2 skulle byggas, fick man krav på att allt rökgaskondensat från Bristaverket skulle ledas till recipient i stället för till reningsverk. Gränsen för halten NH₄-N i renat kondensat före recipient sattes till 5

mg/l. För att slippa förse kondensatreningen på Brista 1 med NH_3 -avskiljning, valde man då att installera en quench före rökgaskondensorn. I quenchen, där man har möjlighet att dosera HCl vid behov för att hålla ett surt pH, absorberas huvuddelen av NH_3 och bara en mindre del hamnar i rökgaskondensatet. Rökgaskondensatreningen byggdes samtidigt om till rening med skaksil, UF och RO. Rejektet från RO, inklusive avskild NH_3 , liksom rejekt från skaksil och UF leds tillbaka till quenchen. Från quenchen leds ett avdragsflöde på ~200 l/h ut och samlas upp i väntan på destruktion.



Figur 29. Brista 1 (provtagningsställen markerade med siffror)

Figure 29. Brista 1 (sampling locations marked with numbers)

Drifterfarenheter

Eftersom Brista 1 inte har något kalkdoserat stofffilter, som säkerställer att eventuella klorider i quenchvattnet avskiljs och inte anrikas i pannan på grund av vattenåterföringen till pannan, har man planerat att leda quenchvattnet till Brista 2. Avfallspannan på Brista 2 är försedd med kalkdoserat stofffilter och tar redan idag emot ~350 l/h quench/surskrubbervatten från sin egen skrubber. Avfallspannan har kapacitet att ta emot 700 l/h. Det finns därför utrymme att leda quenchvattnet från Brista 1 till surskrubbern på Brista 2 och sedan vidare därifrån till avfallspannan.

I avvaktan på att garantitiden för Brista 2 går ut, körs quenchvattnet från Brista 1 iväg för destruktion.

När quenchen togs i drift hade man i början svårt att dosera tillräckligt med saltsyra och detta resulterade att man inte fick tillräckligt lågt pH i quenchen och därmed förhöjda värden på ammoniumkväve i utgående kondensat. Att hålla lågt pH i quenchen är grundläggande för att få tillräcklig ammoniakavskiljning i quenchsteget.

Efter intrimning av ammoniakdoseringen i SNCR minskade ammoniakmängden i rökgasen in till quenchen och saltsyradoseringen hann hålla tillräckligt lågt pH för en god ammoniakavskiljning i quenchen. Dock ökade NO_x-halten i utgående rökgas. Det finns planer på att bygga om pannan i syfte att få en effektivare NO_x-reducering och då kommer både ammoniak och NO_x kunna hållas låga i utgående rökgas.

Några månader efter första driftsättningen upptäcktes beläggningar av mikroorganismer på vattenreningsutrustningen. De första tecknet på beläggningar märktes i värmeväxlaren som kyler kondensatet före UF. Därefter märktes beläggningarna i UF-membranen och i RO-membranen.

Brista 1 har kondensering och uppfuktning med rotor och då den nya kondensatreningen planerades så beslöt man lägga denna före rotorn och att sedan spraya rotorn med det renade kondensatet (RO-permeatet) innan detta leddes till recipient. Orsaken till detta var att just undvika bakterietillväxt och beläggningar av mikroorganismer. Det har på andra anläggningar visat sig att bakterier och mikroorganismer sätter igen UF- och RO-membran och man har utgått från att tillväxten startar i rotorn där det tillförs luft vid en, för mikroorganismer, lämplig temperatur och i fuktig miljö. Dock verkar det inte som att det är rotorn som är den svaga länken i kedjan på Bristaverket eftersom rotorn här är placerad sist i systemet. Bakterietillväxten startar redan i kondensattanken, direkt efter kondensorn.

Utrustningen behöver numera rengöras kontinuerligt med hypoklorit för att vara tillgänglig. Hypokloriten har dels doserats batchvis och dels kontinuerligt och flödesproportionellt mot inkommande kondensatflöde. Hypokloritinstallationen är under utredning och ses inte som en slutgiltig lösning.

På Bristaverket finns två anläggningar för rökgaskondensatrening. Dessa är levererade av två olika leverantörer som i stort sett använder samma teknik, UF-membran och RO-membran. Anläggningarna sköts av samma driftpersonal och har driftsatts med bara ett års mellanrum, 2013 och 2014. De kan alltså ses som nya bägge två och montage- och underhållsmässigt är de väldigt lika. De skiljer sig dock åt på några väsentliga punkter.

Leverantörerna av vattenreningsutrustningen har valt att använda två olika typer av vatten för tvättning och sköljning av membranen. Den ena leverantören anger att det räcker med stadsvattenkvalitet för tvättning och sköljning, medan den andra leverantören anger att det måste vara spädvattenkvalitet.

För Brista 1 gäller att det skall vara spädvattenkvalitet, vilket gör att Brista 1 måste öka sin spädvattenproduktion då tvättning och sköljning ska utföras. Vid några tillfällen har detta infallit samtidigt som man har haft andra problem som också krävt stor spädvattenförbrukning. Produktionen av spädvatten har inte hunnit med för både samtidig tvättning, sköljning och en högre förbrukning. Detta har gjort att tvättning och sköljning av rökgaskondensatreningen tagit längre tid i anspråk än vad som hade behövts.

På Brista 1 finns problemet med igensättning på grund av bakterietillväxt, medan det på Brista 2 inte finns några sådana tecken på bakterietillväxt. Vad som orsakar att de skiljer sig åt på detta sätt är oklart. Eventuellt skulle skillnaden i bakterietillväxt kunna

vara bränslerelaterat eftersom Brista 1 eldas med träflis och Brista 2 eldas med avfall. Det finns dock inget som är klarlagt.

Utsläppsvillkor

Bristaverkets nya tillstånd från 2010 innehåller provisoriska villkor enligt tabellen nedan.

Tabell 17. Utsläppsvillkor, Brista 1

Table 17. Emission requirements, Brista 1

Rökgas	mg/Nm ³ tg (6% O ₂)	Anm
NO _x	140	Riktvärde årsmedel
NH ₃	8	Riktvärde årsmedel
Kondensat	mg/l	Anm
Total-N	15	Riktvärde årsmedel
NH ₄ -N	10	Riktvärde dygnsmedel
NH ₄ -N	5	Riktvärde månadsmedel

Rökgasanalyser

Rökgasens innehåll av NO_x och NH₃ 2015-02-10, när anläggningen besöktes och prov på rökgaskondensat togs ut för analys, ses i tabellen nedan. Data kommer från anläggningens driftinstrument. Data ses också för 2014-11-19 och 2014-11-26.

Tabell 18. Rökgasanalys 2015-02-10, Brista 1

Table 18. Flue gas analysis 2015-02-10, Brista 1

Rökgas före RGK	2015-02-10	2014-11-19	2014-11-26
NH ₃	6,2 ppm (3,1% O ₂)	9,1 ppm (3% O ₂)	7,1 ppm (3% O ₂)
Rökgas efter RGK	2015-02-10	2014-11-19	2014-11-26
NO _x	48 ppm (4,5% O ₂)	86 ppm (9% O ₂)	45 ppm (5,8% O ₂)
NH ₃	0,1 ppm (4,5% O ₂)	0,6 ppm (9% O ₂)	0,2 ppm (5,8% O ₂)

Panna och rökgaskondensering gick med 90% last vid provtagningstillfället, 120 MW respektive 27 MW.

NH₃-flödet till SNCR var 71 kg/h 2015-02-10 och 86 kg/h 2014-11-19 och 2014-11-26.

Mer än 90% av rökgasens NH₃-slip fångades upp i rökgaskondenseringen.

Kondensatanalyser

Vid besöket på anläggningen 2015-02-10 togs prov på quenchvatten och på kondensat före kondensatrening. Proverna skickades iväg för analys. Dessutom fick vi tillgång till analyser av två stickprov på quenchvatten och kondensat från 2014. Se tabellen nedan.

Tabell 19. Analys av stickprov, Brista 1

Table 19. Analysis of grab samples, Brista 1

	2015-02-10	2014-11-19	2014-11-26
Quench			
pH	<3		<3
μS/cm	90 000		110 000
Susp mg/l	65		100
NH ₄ -N mg/l	12 000	6 000	17 000
Cl mg/l	31 000	18 000	41 000
SO ₄ mg/l	1 200		
Ca/Mg mg/l	340/49		
Kondensat			
pH	5,8		
μS/cm	140		
NH ₄ -N mg/l	26	29	43
Cl mg/l	20	22	38
SO ₄ mg/l	<5		
Ca/Mg mg/l	0,2/<0,1		

Rökgaskondensatflödet 2015-02-10 var 29 m³/h och avdragsflödet från quench 0,8 m³/h. Flödena 2014-11-19 och 2014-11-26 var ungefär samma som 2015-02-10 och det var även pannlast och kondenseringseffekt.

På grund av att quenchen har tagits i drift först nyligen och har varit i drift mindre än ett år är det för tidigt att säga något om hur typiska analyserna är. Det syns dock tydligt att NH₃ och klorid absorberas effektivt i quenchen, även om hänsyn tas till att kondensatflödet är mycket större än quenchavdragsflödet. Inte särskilt mycket NH₃ eller klorid hamnar i kondensatet. Också sulfat och hårdhet återfinns huvudsakligen i quenchvattnet.

A.1.2. Brista 2

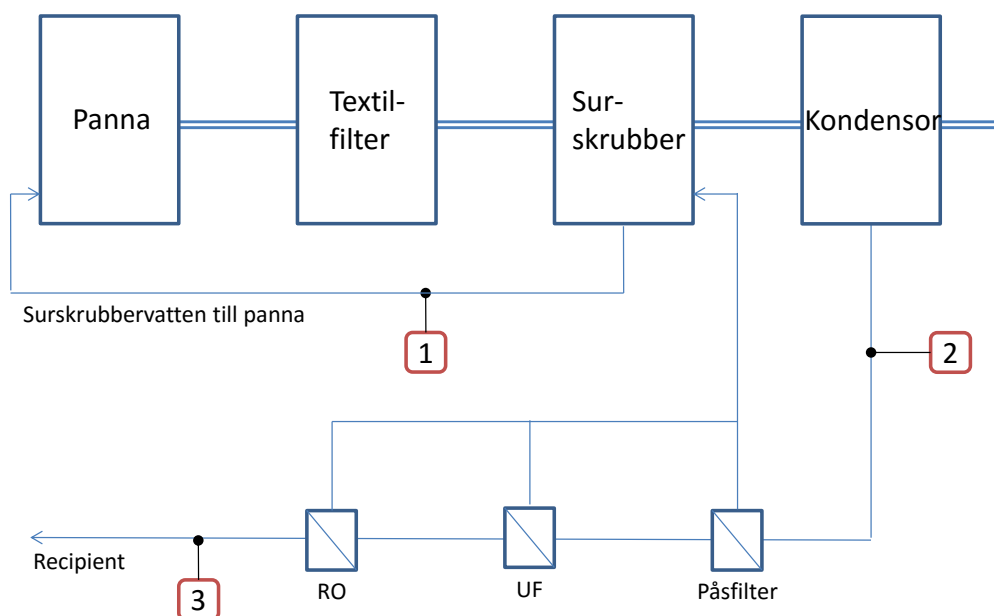
Anläggning och kontaktpersoner	Bristaverket, Märsta, 08 - 671 70 00 Tomas Berglund, tomas.berglund@fortum.com Sara Sjögren, sara.sjogren@fortum.com (kemi)
Panna och bränsle	80 MW _{bränsle} rosterpanna från 2013 (Martin) Hushålls/industriavfall 50%/50% Drifttid: >8000 h/år
Rökgasrening	SNCR med 25% NH ₃ Slangfilter med dosering av kalk och kol (NID från Alstom)
Våt rökgasrening och kondensering	12-15 MW skrubberkondensor med surt steg inkl quench, neutralt steg och kondenseringssteg från 2013 (Alstom)
Kondensatrening	Avdragsflödet från quenchen (~350 l/h) sprutas in i pannan Kondensatrening med påsfilter, UF och RO (Mercatus), rejektet från UF och RO leds till surskrubbern
Ammoniakavskiljning	Huvuddelen av rökgasens NH ₃ hamnar i surskrubbervattnet, som sprutas in i pannan

Det avfallseldade kraftvärmeverket Brista 2, med en värmeeffekt på 60 MW och en eleffekt 20 MW, driftsattes 2013. Pannan är försedd med en skrubberkondensor med en effekt på 12-15 MW. Skrubberkondensorns funktion är huvudsakligen värmeåtervinning, men den fungerar samtidigt som en våt rökgasrening. Eftersom kondensorn är försedd med bypass har man krav på att den torra rökgasreningen själv ska klara att rena rökgaserna till godkänd nivå, vilket man också klarar. Med kondenseringen i drift får man dock en större marginal till årsmedelvärdet.

Brista 2 har NO_x-reduktion med SNCR med 25% NH₃. NH₃-slip i rökgasen absorberas effektivt i det sura vattnet i skrubberkondensorns första steg, där man håller pH 1,8 genom att dosera HCl. Stofffiltret avskiljer i stort sett alla klorider från rökgasen, vilket gör att pH i första skrubbersteget inte blir så surt som det ofta blir i avfallseldade anläggningar. Utan HCl-dosering skulle man bara ha pH~5, och därmed skulle man inte få en lika bra avskiljning av ammoniak och tungmetaller som vad man får vid surt pH.

Ett avdrag på ~300 l/h leds från surskrubberkretsen till pannan. Survattnet sprutas ner över rostern genom pannväggen från långsidan. Ursprungligen sprutades vattnet in från kortsidan, men insprutningsstället flyttades till långsidan för att man hade för dålig spridning av vattnet över rostern vid insprutning från kortsidan.

Avdraget från skrubberkondensorns neutrala steg leds till quench/surskrubberkretsen. Kondensat från kondenseringssteget leds till det neutrala steget samt till slangfiltret. Kondensatöverskottet renas i en kondensatreninganläggning och släpps sedan ut till recipient. Rejekt från UF och RO i kondensatreningen leds till quenchen. Även backspolningsvatten, tvätt- och sköljvatten från UF och RO leds till quenchen.



Figur 30. Brista 2 (provtagningsställen markerade med siffror)

Figure 30. Brista 2 (sampling locations marked with numbers)

Drifterfarenheter

Brista 2 har varit i drift sedan oktober 2013. Rök-gaskondensatreningen har mestadels fungerat problemfritt och visat mycket låga utsläppsvärden på det renade kondensatet. Ingen bakterietillväxt eller igensättningar på grund mikrobiologisk aktivitet har kunnat påvisas.

Däremot har man på senare tid (februari – mars 2015) haft igensättningar på grund av svarta kletiga beläggningar som visar sig i påsfiltret före RO. Detta svarta slam har även upptäckts i UF. Alla tecken tyder på att det är något organiskt material. Det kommer så långt att det går genom påsfiler (100 µm) och UF och sedan fastnar i polisfiltret (påsfiler 1 µm) före RO. Man misstänker att det är något oförbränt av något slag, eftersom det är tjärliknande och lite segt i konsistensen.

Orsaken till dessa svarta beläggningar tros vara oförbrända kolväten som följer med rökgasen till kondenseringen under uppstart av anläggningen. De är så små så att de faller ut först efter ultrafiltreringen. Några liknande beläggningar har aldrig syns till på anläggningen på Brista 1. Beläggningarna är svåra att backspola och skölja bort eftersom de är kladdiga och sammanhängande som långa trådar. De löser sig inte i vanligt tvättmedel, utan kräver mekanisk rengöring eller att igensatta filterpåsar ersätts med nya.

Survattenåterföringen har det varit en del problem med. Insprutningslansen levererades av pannleverantören. Först använde man ett rör som lans, utan dysa. Områdena där survattnet sprutades in påverkades av korrosion. Man har därför flyttat lansen till en annan placering. Man är dock osäker på om det fungerar bättre idag. I början använde man också ett sämre material vilket, gjorde att lansen smälte. Man har nu bytt till ett bättre material och försökt göra någon form av dysa. Lansen måste plockas ut vid varje stopp av den våta reningen. Detta förfarande innebär att en drifttekniker måste utsättas för både värme och survatten. Det blir alltid en skvätt kvar i lansen som droppar på gallerdurk och ner i pannhuset. Om lansen får sitta kvar, smälter den. Man anser därför att den borde vara försedd med kylning.

Pannan ska enligt kontrakt kunna ta emot 700 l/h, men på grund av problemen med insprutningen har pannleverantören minskat flödet till 300 l/h. Hur detta påverkar reningseffekten och utrustningen i den våta rökgasreningen och i kondenseringen på längre sikt är svårt att säga i dagsläget.

Utsläppsvillkor

Bristaverkets nya tillstånd från 2010 innehåller provisoriska villkor enligt tabellen nedan.

Tabell 20. Utsläppsvillkor, Brista 2

Table 20. Emission requirements, Brista 2

Rökgas	mg/Nm ³ tg (11% O ₂)	Anm
NO _x	90	Riktvärde årsmedel
NH ₃	10	Riktvärde årsmedel
Kondensat	mg/l	Anm
Total-N	15	Riktvärde årsmedel
NH ₄ -N	10	Riktvärde dygnsmedel
NH ₄ -N	5	Riktvärde månadsmedel

Rökgasanalyser

Rökgasens innehåll av NO_x och NH₃ 2015-02-10, när anläggningen besöktes och kondensatprov tog ut, samt 2015-06-15, när ytterligare kondensatprov togs, ses nedan.

Panna och rökgaskondensering gick med fullast vid provtagningstillfällena. NH₃-flödet till SNCR var 207 l/h 2015-02-10 och 143 l/h 2015-06-15.

Tabell 21. Rökgasanalys 2015-02-10, Brista 2

Table 21. Flue gas analysis 2015-02-10, Brista 2

Rökgas efter RGK	2015-02-10	2015-02-15
NO _x	73 mg/Nm ³ (8,9% O ₂)	135 mg/Nm ³ (8,7% O ₂)
NH ₃	12 mg/Nm ³ (8,9% O ₂)	5 mg/Nm ³ (8,7% O ₂)

Kondensatanalyser

Vid besöket på anläggningen 2015-02-10 samt vid ytterligare ett tillfälle 2015-06-15 togs prov på quenchvatten och på kondensat före kondensatrening. Proverna skickades iväg för analys.

2015-06-15 togs också prov för analys av rökgaskondensat efter kondensatrening i RO. Se tabellen nedan.

Tabell 22. Analys av stickprov, Brista 2

Table 22. Analysis of grab samples, Brista 2

	2015-02-10	2015-06-15
Quench		
pH	<3	<3
µS/cm	100 000	60 000
Susp mg/l	37	15
NH ₄ -N mg/l	10 000	3 000
Cl mg/l	32 000	11 000
SO ₄ mg/l	8 000	100
Ca/Mg mg/l	510/18	180/8
Råkondensat före RO	2015-02-10	2015-06-15
pH	4,5	6,4
µS/cm	270	130
NH ₄ -N mg/l	13	2
Cl mg/l	5	2
SO ₄ mg/l	120	13
Ca/Mg mg/l	<0,2/<0,1	<0,2/<0,1
Renat kondensat	2015-02-10	2015-06-15
pH		6,7
µS/cm		60
NH ₄ -N mg/l		0,16
Cl mg/l		<1
SO ₄ mg/l		<5
Ca/Mg mg/l		<0,2/<0,1

Rökgaskondensatflödet 2015-02-10 var 14 m³/h och avdragsflödet från quench 240 l/h. 2015-06-15 var kondensatflödet 12 m³/h och quenchavdragsflödet var 300 l/h.

Precis som hos Brista 1 syns det tydligt att NH₃ och klorid absorberas effektivt i quenchen, även om hänsyn tas till att kondensatflödet är mycket större än quenchavdragsflödet. Inte särskilt mycket NH₃ eller klorid hamnar i kondensatet. Också sulfat och hårdhet återfinns huvudsakligen i quenchvattnet.

Halterna av NH_3 , klorid och sulfat sänks ytterligare i RO innan kondensatet släpps ut till recipient. Halterna i RO-permeatet ligger nära eller under detektionsgränsen.

A.1.3. Eksjö P5

Anläggning och kontaktpersoner	Värmeverket, Eksjö Energi, 0381 – 19 20 00 Jörgen Oskarsson, jorgen.oskarsson@eksjoenergi.se
Panna och bränsle	18 MW rosterpanna från 2005 (Völund) 65% verksamhetsavfall, 35% hushållsavfall Drifttid: 7900 h/år
Rökgasrening	SNCR med 25% NH ₃ (Petro Miljö) Slangfilter med dosering av kalk och kol (Filcon)
Våt rökgasrening och kondensering	2,5 MW skrubberkondensor med surt steg inkl quench samt SO ₂ -steg med kondensering från 2012 (Götaverken Miljö) Drifttid: ~4000 h/år
Kondensatrening	Allt avdragsvatten från sursteget återförs till pannan Kondensatet renas med påsfilter, UF och RO, rejektet från påsfilter, UF och RO leds till surskrubbern
Ammoniakavskiljning	Huvuddelen av rökgasens NH ₃ hamnar i surskrubber-vattnet, som sprutas in i pannan

Avfallspannan, panna 5 som togs i drift 2005, är en rosterpanna på 18 MW. Pannan är försedd med SNCR med 25% NH₃. Rökgaserna renas i ett textilfilter med dosering av kalk och aktivt kol.

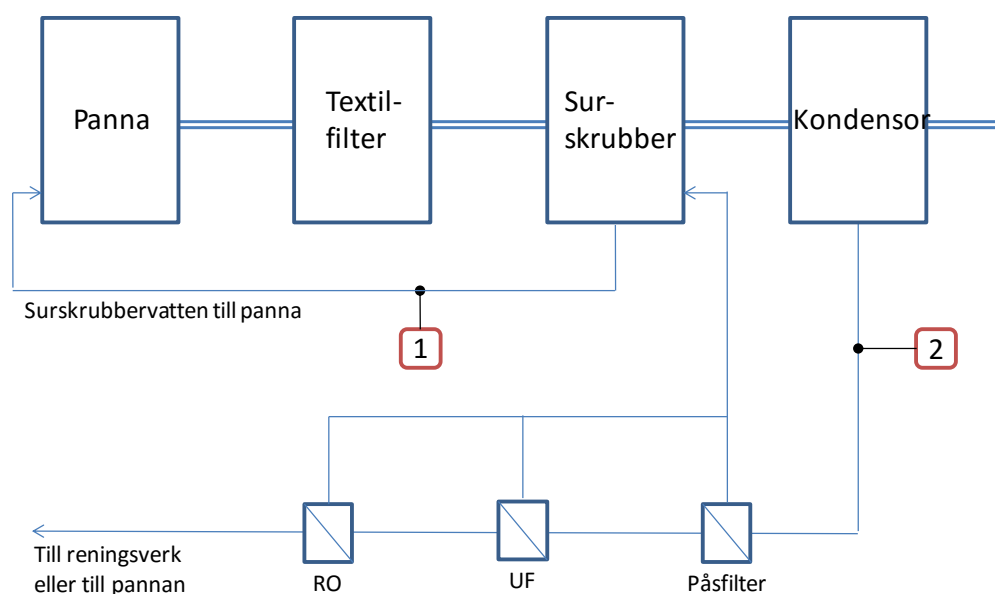
Stofffiltret var ursprungligen försett med en enkel rökgasuppfuktning med ånginsprutning till en quench före filtret. Detta visade sig dock inte fungera och togs ur drift redan första året. För att få tillräckligt bra avsvavling installerade man därför vatteninsprutning till pannan 2009. I början sprutade man in stadsvatten, men redan året därpå år började man övergå till vatten från ångfällor och dränage och sedan även RO-rejekt från verkets totalavsaltningssystem.

För två år sedan kompletterades panna 5 med en rökgaskondenseringsanläggning, som driftsattes 2012. Rökgaskondenseringen består av en tvåstegsskrubber. Skrubbern har ett surt steg med HCl-dosering och därefter ett neutralt steg med NaOH-dosering, kondensering och värmeåtervinning till fjärrvärmesystemet.

Redan från början valde man att recirkulera avdragsvattnet från det sura steget tillbaka till pannan. Avdragsflödet är normalt 500-600 l/h. Förutom survatten sprutas också vatten från ångfällor och dränage och RO-rejekt från totalavsaltningen in i pannan och vid behov även en del renat rökgaskondensat. Det totala vatteninsprutningsflödet är normalt mellan 500 l/h och 2000 l/h.

Rökgaskondensatet från skrubbern neutrala steg renas i en membranbaserad anläggning, bestående av påsfilter, UF och RO. Rejektet från kondensatreningen leds tillbaka till surskrubbern. Det renade kondensatet sprutas antingen in i pannan eller släpps ut till kommunalt reningsverk.

När rökgaskondenseringen projekterades hade man en returtemperatur på 52°C. Temperaturen har därefter sänkts och är nu 46°C, vilket medför att man får ut en större kondenseringsseffekt på upp till 3,8 MW. Den ökade kondenseringsseffekten medför också ett ökat kondensatflöde på upp till 5,5-6 m³/h, vilket är nära kapacitetstaket för kondensatreningen.



Figur 31. Eksjö P5 (provtagningsställen markerade med siffror)

Figure 31. Eksjö P5 (sampling locations marked with numbers)

Drifterfarenheter

Hittills har rökgaskondenseringen och survatteninsprutningen fungerat mycket bra.

Vatteninsprutningen görs genom sekundärluftportarna ner över bränslet på rostern. Redan från början installerades fyra dysor i pannväggen ovanför rostern. Dysorna sitter monterade i sekundärluftportarna, så att de kyls av luften. De är riktade snett ner mot rostern så att vattnet stoppas av lågorna och vinklas av ovanför bränslebädden och inga pannväggar träffas direkt av vattnet. När man började injicera survatten och kondensat från rökgasskrubbern valde man att använda en av dysorna enbart för survattnet. För att minimera risken för igensättning förstörades denna dysan.

Allt survattenavdrag recirkuleras till pannan. Vattnet till survattendysan pumpas direkt från surskrubbern med en membranpump som står placerad i ett skåp. Survattnet har normalt pH 3,5. Survatteninsprutningen är alltid i drift. Man planerar därför att skaffa en ytterligare survattenpump som reserv.

Huvudskälet till att vatteninsprutningen installerades var att man ville sänka rökastemperaturen för att få en mer optimal avsvavlingstemperatur i stoftfiltret. Vatteninsprutningen har visat sig vara mycket effektiv och man uppskattar att den medför en fyra gånger bättre avsvavlingsgrad.

Vatteninsprutningen är också eventuellt positiv för SNCR-systemet. Pannan har fyra SNCR-nivåer. Normalt används den översta nivån vid fullast, alltså den nivå som har lägst temperatur. Utan vatteninsprutningen skulle SNCR-systemet eventuellt hamna lite utanför temperaturfönstret. Enligt Eksjös erfarenheter har dock vatteninsprutningen ganska liten påverkan på temperaturen.

En allmän uppfattning är att den ursprungliga vatteninsprutningen var mycket tillförlitlig. Den har fortsatt fungera i stort sett utan problem också sedan stadsvatten ersattes med återvunnet vatten. Däremot har man haft en del problem med läckage på survatteninsprutningen. Detta har åtgärdats genom byte av rör och kopplingar. Membranpumpen har försetts med pulsdämpare för att dämpa tryckstötter. Åtgärderna har gjorts inom ramen för leverantörens garanti.

Personalbehovet för drift och underhåll av rökastkondenseringen och survattensystemet bedöms som försumbart.

Utsläppsvillkor

För P5 gäller villkor enligt tabellen nedan.

Tabell 23. Utsläppsvillkor, Eksjö P5

Table 23. Emission requirements, Eksjö P5

Rökgas	mg/Nm ³ tg (11% O ₂)	Anm
NO _x	150	Riktvärde dygnsmedel
NH ₃	10	Riktvärde dygnsmedel
Kondensat	mg/l	Anm
NH ₄ -N	5	Riktvärde dygnsmedel

Rökgasanalyser

Rökgasens innehåll av NO_x och NH₃ 2015-02-24, när anläggningen besöktes, och 2015-05-21, när ytterligare en omgång kondensatprover togs ut, ses nedan.

Tabell 24. Rökgasanalyser, Eksjö

Table 24. Flue gas analyses, Eksjö

	2015-02-24	2015-05-21
Rökgas före stofffilter	mg/Nm ³	mg/Nm ³
NH ₃	~40 (4% O ₂)	~30 (4% O ₂)
Rökgas före RGK	mg/Nm ³	mg/Nm ³
NO _x	~50 (4% O ₂)	~40 (4% O ₂)
NH ₃	~25 (4% O ₂)	~25 (4% O ₂)
Rökgas efter RGK	mg/Nm ³	mg/Nm ³
NH ₃	~1 (4% O ₂)	~1 (4% O ₂)

2015-02-24 gick panna och kondensering med fullast. 2015-05-21 gick också pannan med fullast, men kondenserings effekten var låg, bara kring 0,1-0,3 MW.

NH₃-flödet till SNCR var ~35 l/h 2015-02-24 och ~40 l/h 2015-05-21.

Kondensatanalyser

Vid besöket på anläggningen 2015-02-24 samt 2015-05-21 togs prov på quenchvatten och på kondensat före kondensatrening för analys. Dessutom fick vi tillgång till analyser av ett dygnsprov på renat kondensat från 2014.

Tabell 25. Analys av stickprov, Eksjö

Table 25. Analysis of grab samples, Eksjö

	2015-02-24	2015-05-21	2014-12-03
Quench			
pH	<3	3,5	
μS/cm	90 000	80 000	
Susp mg/l	12	27	
NH ₄ -N mg/l	1 400	700	
Cl mg/l	25 000	9 000	
SO ₄ mg/l	67 000	23 000	
Ca/Mg mg/l	15/2	40/5	
Kondensat			Renat kondensat
pH	5,0	6,9	8,4
μS/cm	16 000	9 000	
NH ₄ -N mg/l	4	1	0,03
Cl mg/l	80	15	
SO ₄ mg/l	15 000	5 000	
Ca/Mg mg/l	<1/<0,5	8/1	

Det syns tydligt att NH_3 och klorid absorberas effektivt i quenchen och att inte särskilt mycket NH_3 och klorid hamnar i kondensatet. Sulfat återfinns både i quenchvattnet och i kondensatet. Varken quenchvattnet eller kondensatet innehåller särskilt mycket hårdhet.

A.1.4. Händelö

Anläggning och kontaktpersoner	Händelöverket P11+P13, Norrköping, 040 – 25 50 00 Anna Edebo, anna.edebo@eon.se
Panna och bränsle	P11: 90 MW rosterpanna från 1982, konverterad från kol till bio 1996 80% RT + 20% skogsflis P13: 130 MW CFB från 1993 bio + 25% gummi + returflis Driftsäsong augusti-juni
Rökgasrening	P11: SNCR med urea Textilfilter med kalkdosering renoverat 2013 (Pilum) P13: Kalkdosering i CFB, SNCR med 25% NH ₃ Elfilter utbytt 2014 (Alstom)
Våt rökgasrening och kondensering	38 MW lamellkondensor från 2000-2001 gemensam för P11 + P13 (Pronea) Driftsäsong oktober-april
Kondensatrening	Ursprungligen CO ₂ -avdrivare, fällning och sandfilter (Pronea) Kompletterad med skaksil, UF och RO 2003 (Mercatus) för att kunna återvinna kondensat till matarvatten Kompletterad med skivfilter och NH ₃ -kontaktmembran 2010 (Radscan) pga skärpta krav på NH ₃ -utsläpp samt med avhärdning 2012 (Radscan) pga problem med NH ₃ -kontaktmembranet och med tungmetalljonbytare 2012 (Radscan) pga problem med NH ₃ -membranet och för att avlasta avhärdningen samt minska utsläppet av tungmetaller
Ammoniakavskiljning	NH ₃ -kontaktmembran

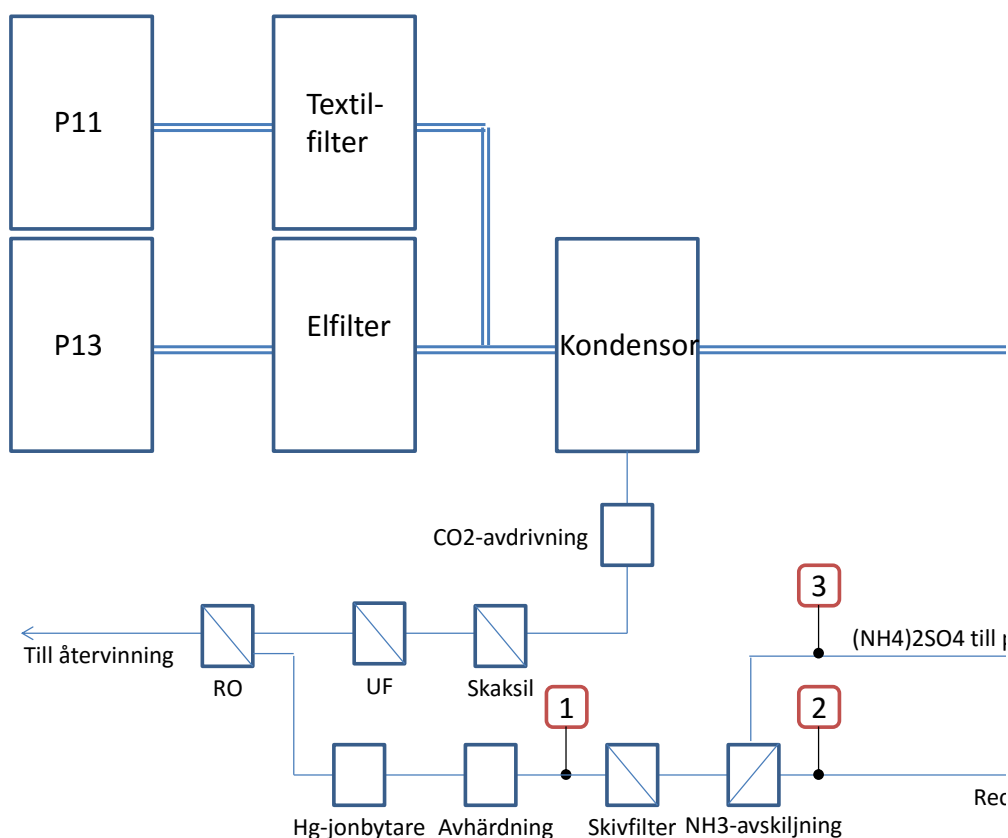
När Händelöverkets samförbränningspannor P11 och P13 försågs med rökgaskondensering 2000-2001 installerades först konventionell kondensatrening. Efter CO₂-avdrivning renas rökgaskondensatet genom fällning och flockning av tungmetallerna, följt av filtrering i sandfilter. Slammet från sandfiltret förtjockas och avskiljs i lamell. Det renade kondensatet efter sandfilter leds till recipient.

Några år senare beslutade man att återvinna rökgaskondensat för att spara råvatten och energi vid produktion av spädvatten till pannornas vatten- och ångkrets. 2003 installerades därför skaksil, UF och RO på en delström av kondensatflödet. Sedan 2008 renas inte rökgaskondensat i denna anläggning, utan bara stadsvatten, eftersom man har haft problem med otillräcklig avskiljning av bor som anrikades i matarvattnet. Försök pågår dock med att återuppta återvinningen av rökgaskondensat.

2010 kompletterades kondensatreningen med NH_3 -avskiljning i kontaktmembran, pga skärpta krav på NH_3 -utsläpp. I kontaktmembranen avskiljs NH_3 med hjälp av H_2SO_4 -lösning. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ -lösningen som bildas leds tillbaka till pannorna via bränslebandet (~100 liter/h). Rök-gaskondensatet leds till kontaktmembranen efter UF. Om RO är i drift på rök-gaskondensat, leds RO-rejektet till kontaktmembranen.

Kontaktmembranen kräver att kondensatets pH höjs till pH 10-11 genom tillsats av lut, vilket gör att risken för kalkutfällning måste beaktas. Ursprungligen fanns endast skivfilter för att skydda kontaktmembranen från utfällning av eventuell hårdhet i kondensatet. Senare installerade man också avhärdningsfilter. På grund av att man fortsatt fick problem med igensättningar i kontaktmembran och skivfilter, installerade man sommaren 2012 tungmetalljonbytare före avhärdningsfiltret. Tanken var att tungmetalljonbytaren skulle avlasta avhärdningsfiltret och hjälpa till att skydda kontaktmembranen och samtidigt sänka utsläppen av tungmetaller ytterligare. Beroende på att tungmetalljonbytaren installerades efter UF, som har byggts ut för att klara hela kondensatflödet, är det idag tungmetalljonbytaren som tar hand om de kvarvarande tungmetallerna i UF-permeatet. Tungmetallerna som hamnar i UF-rejektet tas omhand i fällning och sandfilter.

Textilfiltret på P11 renoverades 2013 och det gamla elfiltret på P13 ersattes med ett nytt elfilter 2014. Detta har medfört stora förbättringar i kondensatreningens drift. Den förbättrade stoftavskiljningen leder till en förbättrad kondensatkvalitet. Man har numera en lägre ledningsförmåga i kondensatet än tidigare och rejektet efter UF är renare än förr. Man får inte lika frekventa igensättningar i skivfiltret på grund av stoftrelaterade ledningsförmågetoppar i kondensatet, som man ofta hade förr. Den förbättrade kondensatkvaliteten har också lett till att kemikaliedoseringspumparna i kondensatreningen numera klarar av att dosera erforderlig mängd vid pH-justering. Tidigare var pumpkapaciteten ibland otillräcklig vid hög ledningsförmåga på kondensatet.



Figur 32. Händelö P11+P13 (provtagningsställen markerade med siffror)

Figure 32. Händelö P11+P13 (sampling locations marked with numbers)

Drifterfarenheter

NH₃-kontaktmembranen har varit och är fortfarande personalintensiva och känsliga för störningar. Sedan de togs i drift 2010 har ett antal åtgärder genomförts för att försöka förbättra driftsäkerheten.

Ursprungligen var kontaktmembranen installerade direkt efter UF och skivfilter. Före UF kyldes rökgaskondensatet. Kylningen var ojämn och ledde ibland till att rökgaskondensatet före kontaktmembranen var så kallt att NH₃-avskiljningen påverkades negativt. Detta avhjälpes genom att man installerade en rekuperativ återvärmare efter UF, som återvärmare kondensatet till 38-40°C. En tid efter att återvärmning hade installerats fick man läckage på kontaktmembranen. På Händelöverket misstänkte man att läckaget berodde på att kombinationen högt tryck, på grund av igensättning med föroreningar, och hög temperatur, på grund av återvärmningen, var mer än membranen tålde. Leverantören i sin tur misstänkte att det gick hål på membranen på grund av kvarvarande rester av UF-tvättmedel i rökgaskondensatet, från genomförd UF-tvätt. Efter membran haveriet installerades en tryckvakt. Man utökade också från två till tre seriekopplade membran. De nya membranerna installerades 2013 och har varit i drift i nästan två år.

Kontaktmembranen styrs på pH. Arbetskretsen i membranerna ska hålla pH 1,5 för att NH₃-avskiljningen ska bli optimal. pH upprätthålls genom dosering av H₂SO₄ till arbetskretsens H₂SO₄-tank. Ju högre NH₃-halten är i kondensatet, desto mer H₂SO₄

måste tillföras arbetskretsen. Från H_2SO_4 -tanken i arbetskretsen sker kontinuerlig avblödning av H_2SO_4 och $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ till $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ -tanken, där $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ samlas för att pumpas vidare till pannan. När NH_3 -halten i rök-gaskondensatet är mycket hög och mycket H_2SO_4 måste tillsättas i arbetskretsen, kan det hända att den avblödda mängden blir större än vad pumpen som pumpar $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ till bränslet klarar av. Då måste en del av kondensatflödet renas i den gamla fällningsanläggningen.

Också vid höga kondensatflöden kan kontaktmembranet ha svårt att avskilja NH_3 ner till önskad halt på 25-30 mg/l.

Kontaktmembranen är förbundna med en hel del kemikaliehantering, eftersom de kräver dels dosering av NaOH till pH 10-11 till kondensatet före membranen och dels dosering av H_2SO_4 till arbetskretsen. Det har också hänt att NaOH från NaOH-dosertanken av misstag har kommit in i $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ -tanken. På grund av pH-höjningen bildas NH_3 i gasform och avgår till omgivningen som ammoniaklukt och man får saltutfällningar i tanken.

Idag tvättas kontaktmembranen varannan vecka. En tvätt tar cirka en halv dag att genomföra. Innan avhärddningen och de nya stofffiltren togs i drift kunde membran tvätt krävas ännu oftare. Med de nya stofffiltren har detta avsevärt förbättrats.

Skivfiltren före kontaktmembranet behöver också tvättas med svag syra med jämna mellanrum, normalt cirka en gång per månad. Detta görs manuellt, eftersom filtren inte är försedda med automatisk backspolning. Installationen av avhärddningsfilter har medfört att man inte behöver tvätta skivfilter lika ofta som förr. Regenerering av avhärddningsfiltret kräver viss manuell hantering och görs cirka en gång i månaden.

Behovet av pH-justering i anläggningen medför att man har ett antal pH-mätare. Dessa och ett antal ytterligare instrument kräver underhåll i form av tvätt, parallellmätning och eventuellt kalibrering varje vecka. Installerade NH_4 -mätare för processuppföljning är mycket känsliga och inte särskilt pålitliga.

Dessutom tillkommer daglig rondering, kontroll och rimlighetsbedömning av mätvärden, processuppföljning, problemlösning, underhåll av kemikaliedosering och kemikalielager, saltpåfyllning vid behov och städning.

En eller två gånger per år tvättas UF och på sommaren konserveras den. Tungmetalljonbytarmassa behöver bytas med något eller några års intervall.

Utsläppsvillkor

I samband med att avfallspannorna P14 och P15 byggdes fick Händelöverket ett nytt tillstånd med ett krav på max 4 t/år NH_4 -utsläpp till vatten totalt från hela verket. Haltvillkoret ligger kvar på samma nivå som tidigare, 120 mg NH_4 /l som månads-medelvärde.

Tabell 26. Utsläppsvillkor, Händelö P11 och P13

Table 26. Emission requirements, Händelö P11 and P13

Rökgas	mg/Nm ³ tg (11% O ₂)	Anm
NO _x	200	Gränsvärde dygnsmedel
NH ₃	5 mg/MJ	Bubbla Händelö
Kondensat	mg/l	Anm
NH ₄	120	Riktvärde månadsmedel

Analys

2015-03-13, när P13 gick i fullastdrift med rökgaskondensering och P11 stod stilla och (NH₄)₂SO₄-lösningen från NH₃-membranet återfördes till P13, togs kondensatprover och skickades på analys. Rökgasens innehåll av NO_x och NH₃ 2015-03-13 ses nedan. (Rökgasanalyserna före rökgaskondenseringen är inte validerade och särskilt NH₃-analysen är mycket osäker.)

Tabell 27. Rökgasanalyser, Händelö P13

Table 27. Flue gas analyses, Händelö P13

	2015-03-13	Vecka 11 2015
Rökgas före RGK	mg/Nm ³	mg/Nm ³
NO _x	~40 (~5,5% O ₂)	~40 (~5,5% O ₂)
NH ₃	~10 (~5,5% O ₂)	~10 (~5,5% O ₂)
Rökgas efter RGK	mg/Nm ³ tg	mg/Nm ³ tg
NO _x	~30 (11% O ₂)	~30 (11% O ₂)
NH ₃	0 (~5%% O ₂)	0 (~5%% O ₂)

NH₃-flödet till SNCR var ~200 l/h både 2015-03-13 och under vecka 15-16.

Kondensatanalyser

Kondensatproverna togs före och efter NH₃-membran samt på (NH₄)₂SO₄-lösningen som återförs till panna. Lutdoseringen stoppades när proverna togs, för att inte riskera att NH₃ skulle avgå från provet före NH₃-membran på grund av högt pH. Precis vid provtagningstillfället var därför pH neutralt, men före och efter själva provuttaget var pH 10,5. Efter NH₃-membran neutraliseras kondensatet. (NH₄)₂SO₄-lösningen neutraliseras i (NH₄)₂SO₄-tanken.

En planerad andra provtagning kunde tyvärr inte genomföras under driftsäsongen, på grund av driftproblem. I stället fick vi tillgång till NH₄-analyser från anläggningens egna provtagningar under vecka 11 2015, då P13 gick i fullastdrift med rökgaskondensering och P11 stod stilla. Dessa analyser har tagits med som information i tabellen nedan.

Tabell 28. Analys av stickprov, Händelö P13

Table 28. Analysis of grab samples, Händelö P13

	2015-03-13	Vecka 11 2015
Före NH₃-membran		
pH	6,0 (före pH-höjning)	10,5
μS/cm	10 000	3 000 – 16 000
NH ₄ -N mg/l	120	63-75
Cl mg/l	160	
SO ₄ mg/l	3 500	
Ca/Mg mg/l	1/<0,5	
Efter NH₃-membran		
pH	7,3 (efter pH-sänkning)	
μS/cm	12 000	
NH ₄ -N mg/l	10	14
Cl mg/l	180	
SO ₄ mg/l	4 500	
Ca/Mg mg/l	<1/<0,5	
(NH₄)₂SO₄ till pannan		
pH	7,8	
μS/cm	80 000	
NH ₄ -N mg/l	8 000	
Cl mg/l	10	
SO ₄ mg/l	80 000	
Ca/Mg mg/l	<2/<1	

I NH₃-membranet avskildes 80-90% av NH₃ enligt analys av proverna tagna 2015-03-13 och vecka 11. Till skillnad från RO, avskiljer NH₃-membranet inte klorid och sulfat, som därför inte återförs till pannan tillsammans med avskild NH₃. Däremot följer den H₂SO₄ som tillsätts i NH₃-membranet med, när (NH₄)₂SO₄ leds till pannan. Koncentrationen av SO₄ i (NH₄)₂SO₄-lösningen motsvarar cirka 3 gånger koncentrationen av (NH₄)₂, räknat som mol per mol.

A.1.5. Igelsta P3

Anläggning och kontaktpersoner	Igelsta värmeverk P3, Söderenergi vx 08 – 553 055 00 Niklas Berg, niklas.berg@soderenergi.se
Panna och bränsle	80 MW BFB-panna från 1982, konverterad från kol till biobränsle 1994 85% returflis + ibland 10% torv + pellets Drifttid: 3700 h 2014
Rökgasrening	SNCR med 25% NH ₃ Elfilter, koldosering, avsvavling med Ca(OH) ₂ , textilfilter
Våt rökgasrening och kondensering	20 MW tubkondensor och uppfuktare med rotor från 1994 (Fagersta Energetics)
Kondensatrening	Sandfilter, kolfilter, RO från 2000 (USF Akvapur)
Ammoniakavskiljning	Huvuddelen av rökgasens NH ₃ hamnar i RO-rejektet, som sprutas in i pannan

Igelsta värmeverk byggdes ursprungligen med tre identiska hetvattenpannor för eldning av kolpulver. Idag är de ombyggda för att elda biobränslen och returbränslen. Panna 3 har byggts om för att passa fuktiga bränslen, såsom skogsflis. Nu eldas huvudsakligen returflis. Pannan har också försetts med rökgaskondensering. Pannan har en effekt på 80 MW och kondenseringen en effekt på 20 MW.

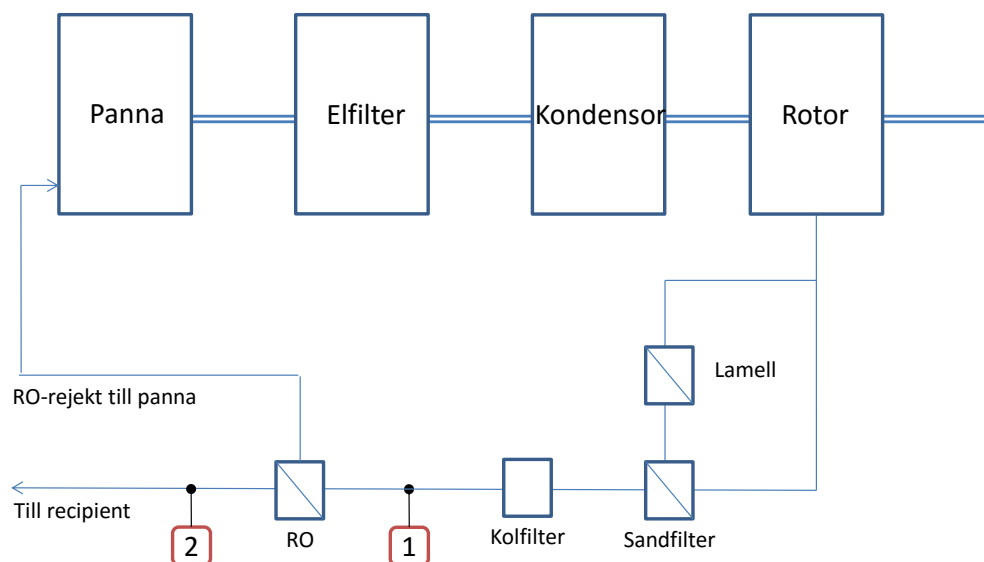
Rökgaskondensatet pH-justerades ursprungligen med NaOH till pH 8, på leverantörens rekommendation. För att minska NaOH-förbrukningen, som uppgick till 30 t/månad, doserar man idag NaOH enbart om pH<5,5. Vid pH<3, t ex på grund av stopp i kalkinblåsningen i rökgasen, stoppas rökgaskondenseringen för att inte kondensortuberna ska ta skada. Normalt ligger man kring pH 6 i kondensor och uppfuktare. Man bedömer att man får lika bra SO₂-avskiljning i kondenseringen vid pH 6 som man tidigare hade vid pH 8.

Rökgaskondensatet renas med kontinuerligt sandfilter, kolfilter och RO. Tvättvattnet från sandfiltret flockas och sedimenteras i lamell. Renvattnet från lamellen går tillbaka till sandfiltret och slammet går vidare via sedimentationsbassäng till deponi. Kolfiltret backspolas ett par gånger per år. Backspolningsvattnet går också via sedimentationsbassäng till deponi.

RO-permeatet släpps ut till recipient.

RO-rejektet, där huvuddelen av kondensatets NH₃ återfinns, sprutas in i pannan. RO-rejektflödet kunde uppgå till 6 m³/h när pannan eldades med skogsflis. Med den torrare returflisen som eldas idag har man ett RO-rejektflöde på 3 m³/h som sprutas in i pannan.

RO-rejektet har en temperatur på 30°C och pH~8. Insprutningen i pannan görs mitt emellan bränsleinmatning och SNCR, genom tre dysor placerade i tre av pannans hörn. Insprutningen är försedd med spärrluft men själva dysorna är okylade och inte försedda med atomisering.



Figur 33. Igelsta värmeverk P3 (provtagningsställen markerade med siffror)

Figure 33. Igelsta waste heat recovery P3 (sampling locations marked with numbers)

Drifterfarenheter

Anledningen till att man valde att avskilja NH_3 med RO och inte med NH_3 -stripper var den lägre investeringen kombinerat med att man hade möjlighet att spruta in RO-rejekt i pannan. På det stora hela har man varit nöjd med den valda lösningen. Jämfört med NH_3 -kontaktmembranen som man har valt för NH_3 -avskiljningen på kraftverkspannan, är RO-anläggningen betydligt mindre underhållskrävande.

Man planerar att byta RO-membran i år. Membranen har inte bytts på 14 år. Man har haft problem med igensättning på grund av hårdhet, både i membran och pumpar och i RO-rejektledningen. Pumpar har bytts ut men rejektledningen är så grov, DN25, att den klarar rejektflödet på 3 m³/h trots utfällningar av hårdhet. I början när man ofta hade kalkutfällning i RO tvättade man RO förebyggande en gång per månad, men fick ändå problem. Numera behöver man normalt inte tvätta RO under driftsäsongen, eftersom man är noga med att alltid åtgärda slangfiltret inom ett par veckor när man får förhöjd hårdhet i kondensatet.

Tvättvattnet från sandfiltret före RO renas i lamell. I lamellen avskiljs suspenderad substans. Klarfasen leds tillbaka till sandfiltret. Om polymerdoseringen före lamellen inte fungerar, så att avskiljningen i lamellen försämras, ökar susphalten efter sandfiltret på några timmar från typiskt 0,3 mg/l till 3 mg/l. Detta leder till igensättningar i kolfilter och RO, varpå kolfilter behöver backspolas och RO eventuellt tvättas. Man har provat att dosera antiscaling-kemikalier, men det bara skjuter upp problemet utan att avhjälpa det. Idag försöker man i stället ha så god övervakning av stofffiltrets funktion att man aldrig riskerar att få förhöjda susphalter i råkondensatet.

Rökgaskondensatet från P3 är numera normalt av god kvalitet, med en halt suspenderad substans kring 3 mg/l. Avsvavlingen var ursprungligen våttorr med CaO som släcktes med vatten i en slurry. Vid eldning med kol fungerade detta bra och man hade en stökiometri på 1,2. När pannan konverterades till biobränsleeldning blev det svårare att styra avsvavlingen på rökgastemperatur och man fick en kraftigt ökad kalkförbrukning. Avsvavlingen byggdes därför om till torr med $\text{Ca}(\text{OH})_2$ och vatteninsprutning genom dysor i toppen av den gamla avsvavlingsreaktorn. Man planerar att flytta en del av kalkinsprutningen till före reaktorn, för trots att det är torr avsvavling blir det extremt sur miljö i den coatade reaktorn.

Textilfiltrets funktion är avgörande för kondensatkvaliteten. Försök att sänka rökgastemperaturen från 110°C till 105°C föll inte väl ut, utan ledde till ökad suspenshalt i kondensatet på grund av korrosion i köldbryggor i textilfiltret, varför man återgick till ursprunglig rökgastemperatur.

Man är noga med att övervaka textilfiltrets funktion. Hårdhet i kondensatet analyseras manuellt varje vecka. Så fort hårdhet detekteras sker återkoppling till driftpersonalen, som då startar felsökning av textilfiltret och pluggar läckande slangar.

Utöver provtagning och övervakning behöver kondensatreningen inte särskilt mycket underhåll. Antalet driftinstrument är begränsat, man har bara tre pH-mätare, susp-mätare och NH_3 -mätare, så behovet av instrumentunderhåll bedöms som minimalt. Personalbehovet för kemiunderhåll uppskattas till max 0,5 dag/vecka. Dessutom tillkommer mekaniskt underhåll och drift.

RO:n tvättas och konserveras en gång per år.

NH_3 -halten i RO-rejektet är mycket lägre än i den 25% NH_3 som används i SNCR-systemet. Detta samt att insprutningen görs en bra bit under SNCR-nivå, dvs vid fel temperatur för optimal SNCR, gör att man inte ser någon påverkan på NO_x -reduktion eller NH_3 -förbrukning på grund av rejektinsprutningen. Ett eventuellt bidrag från RO-rejektet till NO_x -reduktionen skulle möjligen kunna vara rökgastemperatursänkning på grund av vattenflödet på 3 m³/h in i pannan. Rejektåterföringen till pannan betraktas därför som en ren NH_3 -destruktion.

Utsläppsvillkor

Anläggningen skulle klara de flesta av sina utsläppsvillkor till vatten också utan kondensatrening. Reningen behövs för att avskilja NH_3 och Hg ner till godkända halter.

Tabell 29. Utsläppsvillkor, Igelsta värmeverk

Table 29. Emission requirements, Igelsta värmeverk

Rökgas	mg/Nm ³ tg (6% O ₂)	Anm
NO _x	300	Riktvärde dygnsmedel
NH ₃	4	Riktvärde månadsmedel
Kondensat	mg/l	Anm
NH ₄ -N	20	Riktvärde månadsmedel
NH ₄ -N	15	Gränsvärde årsmedel

Analys

Rökgasens innehåll av NO_x och NH₃ 2015-03-44, när anläggningen besöktes, och 2015-03-20, när ytterligare en omgång kondensatprover togs ut, ses nedan.

Tabell 30. Rökgasanalyser, Igelsta värmeverk

Table 30. Flue gas analyses, Igelsta värmeverk

	2015-03-04 (tg 6% O ₂)	2015-03-20 (tg 6% O ₂)
Rökgas efter RGK		
NO	130 mg/Nm ³	70 mg/Nm ³
NH ₃	0,2 mg/Nm ³	1,6 mg/Nm ³

Anläggningen gick med fullast vid båda tillfällena.

NH₃-flödet till SNCR var ~180 kg/h 25% NH₃ vid båda tillfällena.

Kondensatanalys

Vid besöket på anläggningen 2015-03-04 samt 2015-03-20 togs prov på kondensat före RO och på RO-permeat och skickades iväg för analys. Analysresultaten ses i tabellen nedan.

Tabell 31. Analys av stickprov, Igelsta värmeverk

Table 31. Analysis of grab samples, Igelsta värmeverk

	2015-03-04	2015-03-20
Före RO		
pH	5,8	6,6
µS/cm	1 100	700
NH ₄ -N mg/l	120	80
Cl mg/l	7	2
SO ₄ mg/l	400	70
Ca/Mg mg/l	<1/<0,1	2/<0,1
Efter RO (permeat)		
pH	5,6	5,5
µS/cm	40	40
NH ₄ -N mg/l	5	4
Cl mg/l	<1	<1
SO ₄ mg/l	<5	<5
Ca/Mg mg/l	<0,1/<0,1	<0,1/<0,1

Cirka 95% av NH₃ avskiljs i RO. Också sulfat och klorid avskiljs effektivt och följer därför precis som NH₃ med tillbaka till pannan, när RO-rejektet återförs dit. Kondensatets hårdhet är låg, vilket är viktigt för RO-membranens funktion.

A.1.6. Igelsta kraftvärmeverk

Anläggning och kontaktpersoner	Igelsta kraftvärmeverk, Söderenergi vx 08 – 553 055 00 Niklas Berg, niklas.berg@soderenergi.se
Panna och bränsle	245 MW CFB-panna från 2009 (Foster Wheeler) 50% skogsflis + 50% returflis Dosering av svavelgranuler till bränsleband Drifttid: 7700 h 2014
Rökgasrening	SNCR med 25% NH ₃ Torr avsvavling med Ca(OH) ₂ , textilfilter (Alstom)
Våt rökgasrening och kondensering	2*30 MW tubkondensor och uppfuktare med rotor från 2009 (Radscan).
Kondensatrening	Skakasil, UF, Hg-selektiv jonbytare, diskfilter, NH ₃ -kontaktmembran från 2009 (Radscan) (RO för vattenåtervinning, RO-rejektet renas vidare)
Ammoniakavskiljning	NH ₃ -kontaktmembran

Igelsta kraftvärmeverk togs i drift 2009. Verket producerar 200 MW fjärrvärme och 85 MW el. Bränslemixen är för närvarande 50% skogsflis + 50% returflis, men man planerar att öka returflisandelen till 70%. Anläggningen är försedd med en rökgaskondensering på 60 MW med rotoruppfuktare.

För NO_x-reduktion har man SNCR i flera nivåer i pannan och i cyklonavskiljaren. SNCR-systemet förbrukar 800 t NH₃/år.

Rökgaskondensatet har pH 5-6 efter rotoruppfuktaren. Det renas med skakasil, UF, Hg-selektiv jonbytare, diskfilter och NH₃-kontaktmembran innan det släpps ut till recipient.

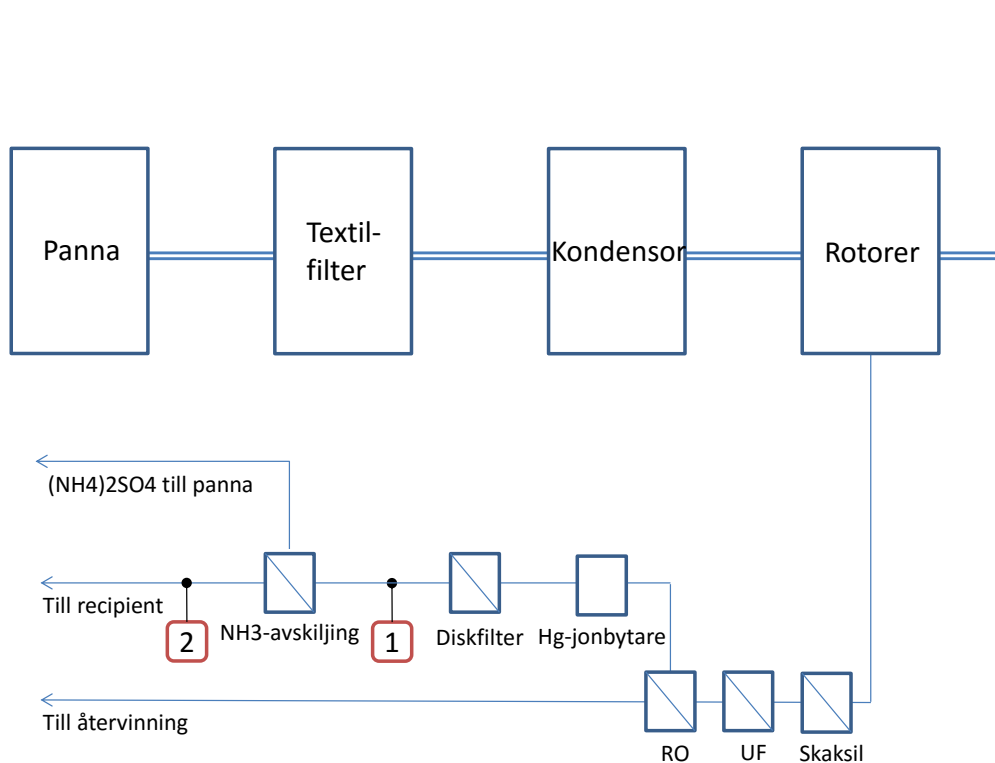
En del av kondensatet återvinns med hjälp av en RO som sitter mellan UF och NH₃-kontaktmembranet. RO-rejektet leds vidare till fortsatt rening i Hg-jonbytare och NH₃-kontaktmembran. Man har möjlighet att använda RO-permeatet för produktion av totalavsaltat vatten via ytterligare rening med CO₂-kontaktmembran, avhärdning, RO och EDI, men denna möjlighet används inte för närvarande utan RO-permeatet leds tills vidare bara till en industrivattentank för återvinning utan ytterligare rening.

Rejektflödet från RO före NH₃-kontaktmembranet är ganska lågt, bara kring 4 m³/h vid ett kondensatflöde på 60 m³/h. RO-rejektflödet är alltså ungefär lika stort som det RO-rejektflöde som sprutas in i Igelsta värmeverks panna 3. Leverantören av kraftverks-pannan accepterade dock inte någon insprutning av RO-rejekt. I stället går rejektet vidare till NH₃-kontaktmembranet, där NH₃ avskiljs och hamnar i membranets arbetskrets med H₂SO₄.

Före kontaktmembranet höjs kondensatets pH till pH 10-11 genom tillsats av lut. Arbetskretsen har ett optimalt pH kring 1,3-1,5, som upprätthålls genom dosering av

H_2SO_4 till arbetsketsens H_2SO_4 -tank. H_2SO_4 -tanken töms på nivå några gånger per dag och tankens innehåll av H_2SO_4 och $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ leds till $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ -tanken, för vidare transport till pannan. Vid full $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ -tank pumpas innehållet till pannan med ett flöde på ~100 l/h, efter neutralisering till pH 8 med NaOH. Det tar cirka en halv vecka att tömma tanken på 10 m³ och sedan ytterligare en halv vecka att fylla den igen.

Insprutningen i pannan görs via SNCR-systemet.



Figur 34. Igelsta kraftvärmeverk (provtagningsställen markerade med siffror)

Figure 34. Igelsta kraftvärmeverk (sampling locations marked with numbers)

Drifterfarenheter

Jämfört med RO-anläggningen som har hand om NH_3 -avskiljningen på värmeverkets panna 3, är kraftverkets NH_3 -kontaktmembran betydligt mer underhållskrävande.

Om det finns hårdhet i kondensatet faller den ut när pH höjs genom NaOH-tillsats före kontaktmembranet. Precis som i värmeverkets panna 3 lägger man därför stor vikt vid att detektera eventuell hårdhet genom manuella analyser varje vecka.

Kraftvärmeverkets textilfilter har åtta sektioner, så man kan stänga av en sektion under drift och plugga eller byta slangar.

Hela anläggningen är känslig för igensättningar, inte bara på grund av hårdhet utan också andra ämnen. Man misstänker t ex utfällning av Fe-hydroxider vid pH-höjning.

UF:n kan periodvis gå en hel säsong utan tvätt, medan det ibland krävs daglig tvätt på grund av 10% daglig kapacitetsförlust. En tvätt tar cirka en halv dag för de två UF-

linjerna. Kraftverkspannan har uppfuktning med rotor, precis som värmeverkspannan. Man misstänker att UF är känslig för bakterietillväxt i rotorerna. Man har testat att dosera hypoklorit till kondensatet före UF, men det ledde inte till någon synlig förbättring. Därefter testade man att dosera hypoklorit till kondensatet före rotorerna, och då dödas visserligen bakterierna men i stället hamnar nerbrytningsprodukterna i UF. Hypokloriten doserades till rotorerna via rotorspoltanken, vilket gjorde att effekten på rotorerna inte blev så stor eftersom det mesta av rotorspolvattnet aldrig passerar rotorspoltanken. För att riktigt kunna utvärdera hypokloritens effekt i rotorerna skulle man behöva dosera direkt till rotorspolpumparna.

Efter fyra års drift bytte man UF-membran på grund av hålfiberbrott efter sommar-uppehållet. Man är osäker på vad som var orsaken till haveriet, om det var på grund av för mycket hypoklorit, om det har förekommit tryckslag i systemet eller något annat.

RO:n före NH_3 -kontaktmembranet har en kapacitet på 100 m³/h, vilket är något för stort för kondensatflödet på 65 m³/h. För att den inte ska behöva startas och stoppas så ofta, vilket leder till att högtryckspumpen går varm, har man installerat en strypning på permeatsidan. Detta ska byggas om så att man får permeatrecirkulering tillbaka till RO-matartanken. I övrig har man inte haft några större problem med RO. Den tvättas med sur tvättlösning varje sommar. Vid några tillfällen har tvätt genomförts även under driftsäsongen efter problem med textiltfiltret.

NH_3 -kontaktmembranet tål inte tensider och man misstänker att en anledning till att man har fått läckage på kontaktmembranet är att tensidrester har funnits kvar i kondensatet efter UF-tvätt. Tensiderna gör att de hydrofoba membranerna mister sina hydrofoba egenskaper. Hydrofobiciteten ska gå att återställa genom att torka membranerna med tryckluft, vilket dock inte verkade ha fungerat när man försökte med detta, utan tryckprov efter torkning visade att ett av anläggningens två membran fortfarande läckte.

Under de första tre åren hade man ständiga problem med NH_3 -kontaktmembranet. Med dagens rutiner, där man lägger stor vikt vid att snabbt åtgärda läckor i textiltfiltret genom regelbunden kontroll av hårdhet i kondensatet, har man kunnat övergå från avhjälpande till mer förebyggande underhåll. Till det avhjälpande underhållet hör att tvätta membranerna med syra och lut vid behov. Om tvätt behövs mer än en gång per vecka görs felanmälan för kontroll av textiltfiltret. Från att ha krävt en halvtids- till heltidstjänst under de första åren har anläggningen övergått till att nu kräva en fjärdedels- till en halvtidstjänst. I arbetet ingår bland annat att tvätta membran och att serva ett antal pH-mätare och kemikaliedoseringspumpar. Underhållsbehovet kombinerat med att det tar tid för anläggningen att reglera in sig efter varje start och stopp i rökgaskondenseringen, på grund av ett stort antal pH-regleringar, nivåregleringar i tankar samt flödesregleringar, gör att man föredrar värmeverkets system med sandfilter och RO framför kraftvärmeverkets system med membran.

Under den första tiden hade man också problem med CO_2 -kontaktmembranet, som idag sitter i kondensatåtervinningen men som ursprungligen var placerat mellan UF och RO. Också i detta fick man igensättningar, varför det flyttades till kondensatåtervinningen.

2014 installerades två nya CO_2 -membran och två nya NH_3 -membran. Omräknat med dagens dollarkurs kostade membranerna 200 kSEK/styck.

Kraftvärmeverkets tungmetallselektiva jonbytare består av två filter. I ett av filtren har Hg-jonbytaren ersatts med avhärtningsjonbytare, som skydd mot hårdhet. Avhärtningsfiltret måste regenereras manuellt. Vid tre tillfällen testade man att regenera avhärtningsfiltret, men detekterade ändå hårdhet efter det nyregenerade filtret. Man har diskuterat med leverantören att avhärtningsfiltret inte verkar stoppa hårdhet, men inte hittat någon förklaring ännu.

Insprutningen i pannan görs via SNCR-lansarna. Idag blandas $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ och 25% NH_3 och sprutas in genom samma SNCR-lansar. Man anser inte att detta är optimalt, eftersom $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ -lösningen leder till att dysorna sätter igen och behöver rengöras. Det är också svårt att styra och optimera SNCR-systemet när 25% NH_3 -flödet påverkas av tryckslag från $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ -flödet. Man planerar därför att separera insprutningen så att 25% NH_3 sprutas in där det är optimalt medan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ sprutas in genom lansar som inte behövs för SNCR-funktionen. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ kommer då inte att utnyttjas för SNCR utan bara sprutas in i pannan för destruktions. Detta kommer inte att göra någon skillnad för förbrukningen av 25% NH_3 , eftersom NH_3 -mängden som tillförs med 100 l/h $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ -lösning är försumbar jämfört med de drygt 100 l/h 25% NH_3 som tillförs SNCR-systemet.

Utsläppsvillkor

Kraftvärmeverket har samma NO_x -villkor som värmeverkets panna 3. Också villkoret på NH_3 i renat kondensat är samma, räknat som månadsmedelvärde. Kraftvärmeverket har dock inget villkor på årsmedelvärde för NH_3 i renat kondensat.

Tabell 32. Utsläppsvillkor, Igelsta kraftvärmeverk

Table 32. Emission requirements, Igelsta kraftvärmeverk

Rökgas	mg/Nm ³ tg (6% O ₂)	Anm
NO _x	300	Riktvärde dygnsmedel
NO _x	180	Riktvärde månadsmedel
NH ₃	8	Riktvärde månadsmedel
Kondensat	mg/l	Anm
NH ₄ -N	20	Riktvärde månadsmedel

Analys

Rökgasens innehåll av NO_x och NH_3 2015-03-44, när anläggningen besöktes, och 2015-03-20, när ytterligare en omgång kondensatprover togs ut, ses nedan.

Tabell 33. Rökgasanalyser, Igelsta kraftvärmeverk

Table 33. Flue gas analyses, Igelsta kraftvärmeverk

	2015-03-20 (vg)	2015-03-27 (vg)
Rökgas före RGK		
NH ₃	~10 mg/Nm ³ (3-4% O ₂)	~10 mg/Nm ³ (3-4% O ₂)
Rökgas efter RGK		
NO	~30 mg/Nm ³	~30 mg/Nm ³
NH ₃	~0,5 mg/Nm ³ (6-7% O ₂)	~0,1 mg/ Nm ³ (6-7% O ₂)

Anläggningen gick med fullast vid båda tillfällena.

NH₃-flödet till SNCR var ~120 kg/h 25% NH₃ 2015-03-20 och ~150 kg/h 2015-03-27.

Rökgasens NH₃-slip på ~20 ppm sänks med drygt 90% ner till under 1 ppm i rökgaskondensorn.

Kondensatanalyser

2015-03-20 och 2015-03-27 togs prov på kondensat före och efter NH₃-membran och skickades iväg för analys. Analysresultaten ses i tabellen nedan.

Tabell 34. Analys av stickprov, Igelsta kraftvärmeverk

Table 34. Analysis of grab samples, Igelsta kraftvärmeverk

	2015-03-20	2015-03-27
Före NH₃-membran		
pH	3,4	5,9
μS/cm	8 000	8 000
NH ₄ -N mg/l	200	290
Cl mg/l	600	300
SO ₄ mg/l	3 000	3 000
Ca/Mg mg/l	6/0,4	4/<0,5
Efter NH₃-membran		
pH	9,5	9,6
μS/cm	8 000	8 000
NH ₄ -N mg/l	40	30
Cl mg/l	600	300
SO ₄ mg/l	3 000	3 000
Ca/Mg mg/l	3/0,2	3/<0,5

I NH₃-membranet avskiljs 80-90% av NH₃. Till skillnad från RO, avskiljer NH₃-membranet inte klorid och sulfat. Rökgaskondensatets innehåll av klorid och sulfat

återförs därför inte till pannan tillsammans med avskild NH_3 . I stället följer den SO_4 som tillsätts i NH_3 -membranet med när $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ leds till pannan.

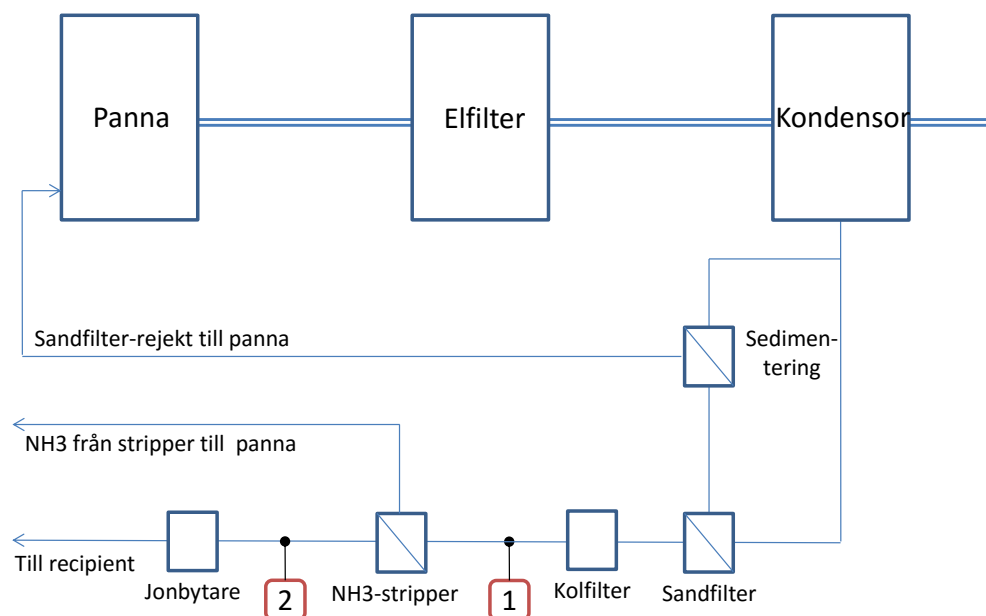
A.1.7. Moskogen

Anläggning och kontaktpersoner	Moskogen, Kalmar, 0480 – 45 10 00 Robert Stensson, robert.stensson@kalmarenergi.se
Panna och bränsle	90 MW BFB från 2009 (Metso) 70% grot, 25% bark, 5% spån Dosering av svavelgranuler till bränsleband Drifttid: 7400 h/år, varav en hel del dellast
Rökgasrening	SNCR med 25% NH ₃ Elfilter med 3 sektioner
Våt rökgasrening och kondensering	25 MW fyllkroppskondensor med uppfuktare i separat fyllkroppssteg från 2009 (Metso) Drifttid: 7400 h/år, varav en hel del dellast, drift utan uppfuktning vår och höst
Kondensatrening	Ursprungligen NH ₃ -stripper, Bernoullifilter, UF, tungmetalljonbytare, kolfilter (Metso/Hyxo) Sedan 2012 har man sandfilter, NH ₃ -stripper, kolfilter, tungmetalljonbytare (Eurowater)
Ammoniakavskiljning	NH ₃ -stripper

När Moskogens biopanna togs i drift 2009 var den försedd med SNCR, elfilter och rökgaskondensering med uppfuktning. Kondensering och uppfuktning sker i en fyllkroppskondensor med två fyllkroppssteg, ett för kondensering och ett för uppfuktning, samt en extern värmeväxlare.

Den ursprungliga kondensatreningen bestod av NH₃-stripper, UF, tungmetalljonbytare och kolfilter. UF hade ingen backspolning och man hade mycket problem med att membranen satte igen och gick sönder. 2012 togs UF bort och ersattes med sandfilter. Rejektet från sandfiltret sedimenteras i tank och leds därifrån tillbaka till pannan via bränslebandet.

Kondensatets pH höjs till pH 10,3 före NH₃-strippern och sänks till pH 6,7-7 efter strippern och före kolfiltret. Det behöver sedan inte pH-justeras ytterligare, utan släpps direkt ut till recipient efter tungmetalljonbytarna.



Figur 35. Moskogen (provtagningsställen markerade med siffror)

Figure 35. Moskogen (sampling locations marked with numbers)

Drifterfarenheter

Elfiltret är väl tilltaget, med tre sektioner, varför stofthalten före rökgaskondensorn normalt är mycket låg. Vid besöket på anläggningen var stofthalten 0,3-0,4 mg/Nm³ i rökgasen före kondensorn. Vid sotning fås stofttoppar på 10 mg/Nm³.

Uppfuktningen är också betydelsefull för efterföljande kondensatreningsssteg, eftersom CO₂ övergår från kondensatet till förbränningsluften vid uppfuktningen. När rökgaskondenseringen körs utan uppfuktningen i drift, får man ökade problem med karbonatutfällning i värmeväxlarna och NaOH-mixern före NH₃-strippern.

Kondenseringssteget och uppfuktningssteget har en gemensam kondensatkrets. Kondensering och uppfuktning sker vid pH 6,5 som upprätthålls i kondensatkretsen genom dosering med NaOH. pH 6,5 är inte optimalt för att driva av CO₂.

Trots att uppfuktningen är i drift under en stor del av året, får man utfällning av karbonat i NH₃-strippern, på grund av det basiska pH som råder i strippern. Man anser dock att man idag har arbetat in rutiner för att hantera detta. Fyllkropparna i strippern byts som rutin vart annat till vart tredje år och stripperväggarna rengörs mekaniskt. Normalt hittar man då 300-400 kg beläggningar, huvudsakligen närmast rökgasinloppet i toppen. För närvarande anser man att kostnaden på cirka 30 kSEK för 10 m³ fyllkroppar är försvarbar, om man jämför med alternativen att försöka syratvätta med ett antal dunkar syratvättmedel à 1000 SEK/dunk eller att investera i en CO₂-stripper. Man överväger dock att installera CO₂-stripper, eftersom en lägre CO₂-halt

också skulle medföra lägre kemikaliekostnader för pH-justeringen före och efter NH₃-strippern.

För att avskilja suspenderat material och tungmetaller före strippern var anläggningen ursprungligen försedd med en UF. Denna UF var utan backspolning och man fick mycket problem med att membranen satte igen. 2012 togs UF bort och ersattes med två sandfilter som en garantiåtgärd. Sandfiltren är överdimensionerade, med en kapacitet på 2*45 m³/h. Tillsammans med kolfiltret ger detta en acceptabel partikelavskiljning före NH₃-strippern och de efterföljande tungmetalljonbytarna. Avskiljningen är dock inte lika bra som med UF. Med UF kom man ner till ~0,1 mg/l susp, med sandfilter kommer man ner till ~2 mg/l.

Om man bortser från behovet av fyllkroppsbyte har NH₃-strippern i princip 100% tillgänglighet. Personalbehovet är försumbart. Utöver årlig inspektion och eventuellt fyllkroppsbyte samt mottagning av syra och lut för pH-justerings, behövs 1 h varannan vecka för kalibrering av pH-mätare.

Utsläppsvillkor

För Moskogen gäller villkor enligt tabellen nedan.

Tabell 35. Utsläppsvillkor, Moskogen

Table 35. Emission requirements, Moskogen

Rökgas	ppm (6% O ₂)	Anm
NO _x	75 mg/MJ	Riktvärde årsmedel
NH ₃	13	Riktvärde månadsmedel
Kondensat	mg/l	Anm
NH ₄ -N	15	Riktvärde årsmedel

Rökgasanalyser

Rökgasens innehåll av NO_x och NH₃ 2015-03-09 och 2015-03-11 när anläggningen besöktes ses nedan.

Tabell 36. Rökgasanalyser, Moskogen

Table 36. Flue gas analyses, Moskogen

	2015-03-09	2015-03-11
Rökgas efter RGK		
NO _x	22 mg/MJ	26 mg/MJ
NH ₃	6 ppm	5 ppm

NH₃-flödet till SNCR var 30 l/h vid ~70% pannlast 2015-03-09 och 55 l/h vid ~80% pannlast 2015-03-11.

Kondensatanalyser

2015-03-09 och 2015-03-11 vid besöket på anläggningen togs prov på kondensat före och efter NH₃-stripper. Proverna skickades iväg för analys.

Tabell 37. Analys av stickprov, Eksjö

Table 37. Analysis of grab samples, Eksjö

	2015-03-09	2015-03-11
Före NH₃-stripper		
pH	9,0	8,9
μS/cm	1000	1000
NH ₄ -N mg/l	79	82
Cl mg/l	10	15
SO ₄ mg/l	40	100
Ca/Mg mg/l	0,5/<0,1	0,4/<0,1
Efter NH₃-stripper		
pH	10,8	10,2
μS/cm	2200	1500
NH ₄ -N mg/l	8	19
Cl mg/l	14	13
SO ₄ mg/l	50	100
Ca/Mg mg/l	0,4/<0,1	0,4/<0,1

NH₃-strippern körs normalt med 85°C på inkommande kondensat. Baserat på kondensatprover som togs vid besöket på anläggningen 2015-03-11, var NH₃-avskiljningsgraden närmare 80% vid en kondensattemperatur på 85°C och pH 10,2-10,3 i strippern. Två dagar tidigare togs kondensatprover vid en lägre strippertemperatur, 67°C i stället för 85°C, eftersom man hade en läcka på den första av stripperns två värmeväxlare. NH₃-avskiljningsgraden 2015-03-09 vid en kondensattemperatur på 67°C var trots detta 90%, baserat på analyserade kondensatprover. pH var dock högre, kring pH 10,2-10,8.

Pannlasten var 65% respektive 78% och NH₃-flödet 30 kg/h respektive 55 kg/h 2015-03-09 respektive 2015-03-11.

Både hårdheten och halten av klorid och sulfat i kondensatet var låg.

A.1.8. Bomhus

Anläggning och kontaktpersoner	Bomhus Energi, Gävle, vx 026 – 15 10 00 Maria Carendi, maria.carendi@bomhusenergi.se
Panna och bränsle	150 MW BFB-panna från 2013 (Metso Power) Biobränsle (huvudsakligen bark) Möjlighet till dosering av svavelgranuler till bränsleband (används inte för närvarande) Drifttid: Hela året förutom 1 veckas revision på våren samt några dagar vid revision på bruket på hösten
Rökgasrening	SNCR med 25% NH ₃ 4 slangfilter med dosering av bikarbonat SCR 25% NH ₃ , (1400 mm djup plattkatalysator, 90 m ³)
Våt rökgasrening och kondensering	4-40 MW tubkondensor från 2013 (Metso Power) Drifttid: Hela året förutom på sommaren
Kondensatrening	Sandfilter, lamell, avhärdning, NH ₃ -kontaktmembran, katjonbytare (för närvarande kör man bypass förbi avhärdning, kontaktmembran och jonbytare)

BillerudKorsnäs levererar årligen cirka 500 GWh fjärrvärme till Gävle Energi, som i egna anläggningar producerar de återstående 230 GWh som behövs för kommunens fjärrvärmeanvändare. 2010 bildade Gävle Energi och BillerudKorsnäs det gemensamma bolaget Bomhus Energi för att äga och driva ett nytt biobränsleeldat kraftvärmeverk.

Kraftvärmeverket driftsattes hösten 2012 och har varit i drift sedan våren 2013. BFB-pannan är på 150 MW plus 40 MW rökgaskondensering. Kraftvärmeverket ligger på samma område som BillerudKorsnäs kartongfabrik i Gävle och producerar ånga till fabriken samt fjärrvärme till staden. Dessutom finns en ångturbin på 90 MW el som är gemensam för kraftvärmeverket och BillerudKorsnäs sodapannor.

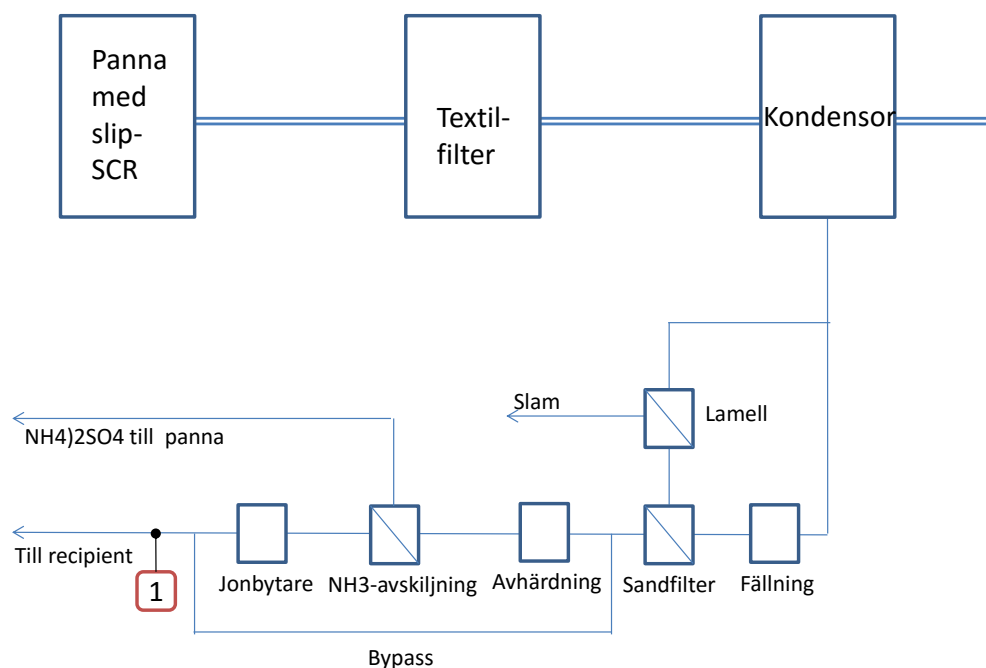
Kraftvärmeverkets samförbränningspanna kan eldas med biobränsle och med olja. Oljan kan vara tallbeckolja eller fossil eldningsolja. Ungefär 80% av biobränslet utgörs av bark, spån och annat träavfall från fabriken. Resten är externt tillfört biobränsle. Man har också tillstånd för RT-inblandning, men på grund av risken för förorening av kartongfabrikens flislager vid RT-lagring har detta tillstånd inte tagits i anspråk.

Anläggningsleverantören valde att förse pannan med dosering av svavelgranuler, vilket man har slutat med för tillfället på grund av arbetsmiljöriskerna vid lastbilslossning. Man försåg också textiltfiltret med bikarbonatdosering för att kunna avsvavla rökgaserna vid eldning med fossil olja. Normalt startas pannan och stödeldas vid behov med tallbeckolja, som inte kräver avsvavling.

Pannan går normalt med dellast kring 40 MW på sommaren, då fjärrvärmebehovet täcks från annat håll med bland annat spillvärme. På vintern går pannan ofta med

fullast och rökgaskondensering. Ångleveransen till fabriken medför att pannan körs med extremt stora och snabba laständringar. Pannan måste snabbt kunna gå upp i last när ångleverans från sodapannorna faller bort och snabbt kunna gå ner i last vid bortfall av någon kartongmaskin. Laständringar mellan fullast på 150 MW och minlast kring 30 MW på timbasis är inte ovanliga.

För att få en bra NO_x-reduktion inom hela lastområdet ner till 30 MW och vid snabba laständringar valde leverantören att förutom ett SNCR-system med ammoniak-insprutning, även installera SCR-katalysator högst upp i fjärde draget. Normalt doseras ammoniak både i SNCR-systemet och före SCR-katalysator.



Figur 36. Bomhus (provtagningsställen markerade med siffror)

Figure 36. Bomhus (sampling locations marked with numbers)

Rökgaskondensatflödet är på max 40 m³/h.

För rening av rökgaskondensatet finns möjlighet att dosera FeCl₃, TMT 15 och polymer före sandfilter. Normalt doseras dock inga kemikalier förutom NaOH för pH-justering. Efter sandfilter finns ett NH₃-kontaktmembran med föregående avhärdningsfilter och efterföljande katjonbytare. På grund av att det renade kondensatet släpps ut via fabriken biologiska reningsverk, som kräver kvävetillskott för optimal reningsfunktion, har man valt att inte avskilja NH₃ från rökgaskondensatet före utsläpp till reningsverket. Kondensatreningen körs därför i bypass kring avhärdningsfilter, NH₃-kontaktmembran och katjonbytare.

Drifterfarenheter

Anläggningen har nu varit i drift i drygt två år och man har inte upplevt några särskilda problem med rökgaskondenseringen. Det ska dock noteras att en stor del av kondensatreningen inte är i drift. Kort efter att kondensatreningen hade tagits i drift bestämde man sig för att lägga avhärdningsfilter, NH_3 -kontaktmembran och katjonbytare i bypass, så som nämnts ovan. Man har därför egentligen bara drifterfarenheter från sandfiltret, och där har man inte haft några större problem hittills.

Man har inte heller haft några direkta problem med SCR-anläggningen hittills. Vid den årliga revisionen har man dammsugit rent katalysatorelementen från löst stoft. Man har inte sett några tecken på eventuella beläggningar utöver löst damm. Man har inte upptäckt några kletiga beläggningar från pannstarterna med tallbeckolja, som man var lite orolig för.

Hela kraftvärmeverket drivs av personal från fabriken. Personalbehovet för SCR och kondensatrening bedöms vara försumbart. Den årliga dammsugningen av katalysatorn tar en dag för några personer. Om man behöver göra en grundligare rengöring av katalysatorn, t ex vattentvätt som man funderar på, kommer personalbehovet att vara större.

Analys av katalysatorelement

Man misstänker att man har fått en försämrad katalysatoraktivitet eftersom NH_4 -halten i rökgaskondensatet har ökat. Halten som ursprungligen låg kring 25 mg/l har nu ökat till cirka 60 mg/l. Man har dock svårt att säga säkert att detta beror på minskad katalysatoraktivitet, och hur mycket aktiviteten i så fall har minskat, eftersom leverantören har optimerat NO_x -reduktionssystemet efterhand vilket ju också kan bidra till ändrade NH_4 -halter i kondensatet.

Prov på SCR-katalysator tas en gång per år och skickas på analys. Efter två års drift, sommaren 2014, hade den uppmätta katalysatoraktiviteten sjunkit med drygt 40%. Katalysatorns specifika yta hade minskat med drygt 10% och porvolymen med 1%. Enligt katalysatorleverantörens rapport är katalysatorn dimensionerad med en betydligt större marginal för kapacitetsminskning än vad som uppmättes efter två års drift. Garanterade prestanda klaras därför fortfarande.

Utsläppsvillkor

Kraftvärmeverket har olika krav på utsläpp av kondensat vid biobränsleeldning respektive samförbränning med 10% RT, men för närvarande eldar man bara rent biobränsle. Kravet på ammonium i renat kondensat är 50 mg/l, förutsatt att kondensatet släpps ut till fabriken reningsverk där ammonium förbrukas så att halten minskar innan vattnet når recipient.

Tabell 38. Utsläppsvillkor, Bomhus

Table 38. Emission requirements, Bomhus

Rökgas	mg/Nm ³ (6% O ₂)	Anm
NO _x	185	Årsmedel gränsvärde
NH ₃	15	Årsmedel gränsvärde
NH ₃	15	Månadsmedel riktvärde
Kondensat	mg/l	Anm
NH ₄ -N	50	

Rökgasanalyser

Rökgasens innehåll av NO_x och NH₃ 2015-06-03, när anläggningen besöktes, och när ytterligare kondensatprov togs ut 2015-06-11 ses nedan.

Tabell 39. Rökgasanalyser, Bomhus

Table 39. Flue gas analyses, Bomhus

	2015-06-03
Rökgas före SCR	mg/Nm ³ (6% O ₂)
NO _x	169
NH ₃	21 (beräknat värde)
Rökgas efter SCR	mg/Nm ³ (6% O ₂)
NO _x	69
NH ₃	2,5
Rökgas efter RGK	mg/Nm ³ (6% O ₂)
NO _x	82
NH ₃	0,1

Pannlasten 2015-06-03 var drygt 40 MW och kondenserings-effekten 9 MW, vilket motsvarar cirka 25% av fullast. Lasten 2015-06-11 var ungefär samma som 2015-06-03.

Rökgastemperaturen i SCR var 320°C och tryckfallet över katalysatorn var 0,1 kPa 2015-06-03.

NH₃-flödet till SNCR respektive SCR var 24 kg/h respektive 12 kg/h 2015-06-03 och ungefär lika stort 2015-06-11.

NO_x-reduktionen i SCR var 50-60%. Efter SCR hade NH₃-slip i rökgasen minskat med nästan 90% till 2,5 mg/Nm³. Trots att ytterligare NH₃ doseras före SCR, förbrukas alltså också en del av rökgasens NH₃-slip i SCR. Efter rökgaskondenseringen hade NH₃-slip sjunkit ytterligare till <0,1 mg/Nm³.

Kondensatanalyser

Vid besöket på anläggningen 2015-06-03 samt vid ett ytterligare tillfälle 2015-06-11 togs prov på renat kondensat, eftersom det var där det fanns provtagningsmöjlighet. NH₃-halten antas vara den samma genom hela kondensatreningen eftersom NH₃-kontaktmembranet inte är i drift.

Kondensatflödet var 8 m³/h vid båda provtagningsstillfällena.

I tabellen ses också analyser av prover på renat kondensat, tagna av anläggningen under 2013-2015.

Tabell 40. Analys av stickprov, Bomhus

Table 40. Analysis of grab samples, Bomhus

	2015-06-03	2015-06-11	2013-2015
Renat kondensat			
pH	7,5	7,7	
μS/cm	300	500	
NH ₄ -N mg/l	24	56	9, 46, 24, 59, 62
Cl mg/l	<1	11	
SO ₄ mg/l	<5	11	
Ca/Mg mg/l	0,3/<0,1	12/1	

A.2 Utdrag ur Avfall Sveriges rapport E2013:05

Drifterfarenheter från behandling av ammoniakhaltigt survatten från sex olika avfallsförbränningsanläggningar och en samförbränningsanläggning har sammanställts i Avfall Sveriges rapport "Erfarenheter från behandling av ammoniakhaltigt survatten från avfalls- och samförbränningsanläggningar" (rapport E2013:05). Fyra av anläggningarna återför ammoniakhaltigt survatten till eldstaden. Dessa har sammanställts i tabellen nedan:

Anläggning	Panna	Rökgasrening	Behandling av survatten
Sysav Energi, Förbränningslinje 1 & 2 i Malmö	2 x roster + hetvattenpanna 2 x 30 MW	Torr rening (slangfilter) Våt rening (4-steps skrubber)	Max 500 l/h (250 l per panna) survatten återförs till eldstadens 1:a drag, via lans + dysa genom sekundärluftkanal. Alternativt till avfallsbunkern.
Skövde Värmeverk, Värmekällan Kraftvärmeverk	Roster+ ångpanna 20 MW	Semitorr (NID + slangfilter) Våt rening (2-steps skrubber)	Max 140 l/h ammoniakhaltigt survatten återförs till eldstadens 1:a drag. Sprutas in via rör i eldningskammarens tak, över rostern. Alternativt till avfallsbunkern.
Jönköping Energi, Torsvik Kraftvärmeverk	Roster + ångpanna 41 bar, 60 MW	Semitorr (NID+slangfilter) Våt rening (2-steps skrubber)	Max 300 l/h ammoniakhaltigt survatten återförs till eldstaden. Sprutas in via lans och munstycke i eldningskammarens tak, över rostern.
Öresundskraft, Filbornaverket	Roster + ångpanna 50 bar, 75 MW	Semitorr (NID + slangfilter) Våt rening (3-steps skrubber)	Max 500 l/h ammoniakhaltigt survatten återförs till eldstadens 1:a drag. Sprutas in via lans och munstycke i eldningskammarens tak, över rostern.

I avsnitt A.2.1-A.2.4 återfinns utdrag ur Avfall Sveriges rapport med drifterfarenheter från de fyra anläggningarna ovan.

A.2.1 Sysav Energi, Förbränningslinje 1 & 2 i Malmö

Sysav återför ammoniakhaltigt survatten till eldstaden. De har haft stora problem med återföringssystemet sedan driftsättningen 2005 och det har byggts om och förbättrats ett flertal gånger. Sysav har bland annat haft problem med igensättningar, läckage, arbetsmiljö, korrosion i pannan, i ledningar och på avfallsskopen.

Från början återfördes vattnet via lansar i höjd SNCR systemet. Temperaturen var för låg vid insprutningsplatsen och vattnet förångades inte i rökgasen. Det gav bland annat upphov till fuktig aska, som satte igen transportörer, samt invändig korrosion. Underhållsbehovet var stort för att hålla anläggningen i drift. Dessutom satte lansar och munstycken igen regelbundet. Insprutningsplatsen flyttades därefter till avfallstratten där vattnet sprutades in över avfallet. Det orsakade bland annat korrosion, luktproblem i tipphallen samt igensättningar i pannan.

Återföringsplatsen flyttades då till avfallsbunkern för insprutning över avfallet, men det resulterade i att avfallskranens gripklo korroderade. Det bestämdes därefter att survattnet skulle återföras till pannan igen via lansar genom sekundärluftkanalerna och man genomförde en stor uppdatering av systemet. På grund av fel materialval korroderade snabbt rörsystem och pumpar vilket resulterade i läckage av survatten och arbetsmiljöproblem. Sysav återgick då till att spruta in vattnet över avfallsbunkern med lukt och korrosionsproblem som följd.

Under 2012 bestämde Sysav att göra en rejäl ombyggnad av survattensystemet igen och tog hjälp av Götaverken Miljö för processdesign och installation. Det beslutades att survattnet skulle återföras på samma plats i eldstaden, via lansar genom sekundärluftkanalerna, men hela transport- och insprutningssystemet byttes ut till korrosionsbeständiga material. Det nya systemet för återföring av survatten driftsattes i början av mars 2013 och har enligt Sysav fungerat tillfredställande.

Några viktiga anledningar till att Sysav haft stora problem med sitt återföringssystem för survatten sammanfattas i följande punkter:

- Återföringssystemet handlades inte upp som en helhetsfunktion från en processleverantör utan köptes upp från flera olika leverantörer.
- Det fanns lite erfarenhet av survattenåterföring när Sysav byggde sin anläggning 2005.
- Fel val av insprutningsplats ledde till korrosion, igensättningar, läckage och luktproblem.
- Fel val av material orsakade korrosion och läckage.
- Dålig övervakning och styrning.

Sysav har valt att neutralisera survattnet till pH 7 med natronlut innan återföring. Det medför lägre arbetsmiljörisker vid ett eventuellt läckage av survatten men högre driftkostnader och risk för beläggningar.

A.2.2 Skövde Värmeverk, Värmekällan Kraftvärmeverk

Värmekällan har haft en del problem med återföringssystemet för survatten sedan det togs i drift 2008, men i det stora hela har det fungerat bra.

Från början valde man att återföra vattnet via lans och munstycket bredvid SNCR-lansarna i pannans första drag. Det fanns förhoppningar om att ammoniakförbrukningen i SNCR-systemet skulle minska men så var inte fallet. Insprutningslans och munstycket för survatten satte ofta igen och survatten rann längs pannväggarna med korrosion och missfärgningar som följd.

Värmekällan valde slutligen att bygga om systemet och återföra survattnet på en annan plats i eldstaden. Survattnet återförs numera till eldstaden via en rostfri lans i pannans 1:a drag. Lansen är instuckt i eldstadens tak, nära pushern precis över rosten. Det nya systemet har fungerat bra och det kräver lite underhåll. Återföringssystemet har bara satt igen en gång och då spolades systemet enkelt rent med färskvatten. Systemet är över lag mindre känsligt för igensättning efter munstycket plockats bort. Man har inga problem med korrosion, lukt eller läckage. Underhållskostnaderna är relativt låga.

På grund av en läckande tub i pannan var insprutningsplatsen tvungen att flyttas temporärt under 2012. Det kunde senare konstateras att läckan ej orsakats av survatten. Man provade då att spruta in vattnet över avfallsbunkern men det gav upphov till korrosion på avfallsskopan och luktproblem i tipphallen, precis som för Sysav.

Återföringen flyttades då till slaggutmatarna, men även det resulterade i luktproblem och korrosion. Insprutningen ska flyttas tillbaka till samma plats i pannan vid nästa revision under 2013.

A.2.3 Jönköping Energi, Torsvik Kraftvärmeverk

Torsvik har mycket goda erfarenheter från att återföra ammoniakhaltigt survatten till eldstaden. Sedan anläggningen togs i drift 2006 har de inte haft några betydande driftproblem som orsakats av survattenåterföringen. Det finns inga tecken på ökad korrosion i pannan som kan kopplas till återföringen. De har heller inga arbetsmiljöproblem på grund av läckage eller ammoniaklukt. Underhållsbehovet är minimalt.

En viktig anledning till att systemet fungera så bra är att togs med i ett tidigt skede av projektet och handlades upp som en funktion. Rökgasreningsleverantören kunde därför föra en dialog med pannleverantören redan under projektets designfas. Leveransgränser och förutsättningar var tydliga redan från början. Leverantörerna har gjort bra val av material och insprutningsplats, vilket säkrar en stabil drift.

A.2.4 Öresundskraft, Filbornaverket

Filborna har goda erfarenheter från att återföra ammoniakhaltigt survatten till eldstaden. Sedan anläggningen togs i drift under september 2012 har återföringen varit i kontinuerlig drift. Filborna har inte haft några driftproblem som orsakats av survattenåterföringen. Det finns inga tecken på ökad korrosion i pannan eller beläggningar som kan kopplas till survattenåterföringen. De har heller inga arbetsmiljöproblem som orsakats av läckage eller ammoniaklukt. Vid ett pannstop i början av 2013 inspekterades insprutningslansen och man kunde se vissa saltavlagringar utvändigt. Det fanns inga tecken på korrosion i pannan eller beläggningar vid insprutningsplatsen.

Med den drifterfarenhet som finns fram till idag kan man konstatera att återföringen av survatten till eldstaden fungerar mycket bra. En viktig anledning till detta är precis som för Torsvik att återföringen togs med som en förutsättning i ett tidigt skede av projektet.

B Analyser

BILAGA B, ANALYSSVAR

B.1 BRISTA 1 OCH 2

B.2 EKSJÖ P5

B.3 HÄNDELÖ

B.4 IGELSTA P3

B.5 IGELSTA KRAFTVÄRMEVERK

B.6 MOSKOGEN

B.7 BOMHUS

B.1 Brista 1 och 2

Rapport

Sida 1 (4)



T1502290

6OGY3TFBUGL



Registrerad 2015-02-13 14:25
Utfärdad 2015-02-20

Grontmij AB
Barbara Goldschmidt

205 09 Malmö
Sweden

Projekt Brista
Bestnr

Analys av vatten

Er beteckning	Brista 1 Q					
Provtagare	Barbara Goldschmidt					
Provtagningsdatum	2015-02-10					
Labnummer	O10649444					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
Ca	337	44	mg/l	1	R	ANEN
Mg	48.5	5.8	mg/l	1	R	ANEN
totalhårdhet*	58.4		°dH	2	1	ANEN
pH	<3.0			3	O	MISW
konduktivitet	8900		mS/m	4	O	MISW
suspenderade ämnen	65		mg/l	5	O	MISW
sulfat	1160	174	mg/l	6	2	INRO
klorid	31500	4720	mg/l	7	2	INRO
ammoniumkväve	12000	1810	mg/l	8	2	INRO
konduktivitet: Analys har ej skett inom rekommenderad tid från provtagning Ej ackred. för kond.>1000 mS/m						
pH: Analys har ej skett inom rekommenderad tid från provtagning						
suspenderade ämnen: Analys har ej skett inom rekommenderad tid från provtagning						

Er beteckning	Brista 1 K					
Provtagare	Barbara Goldschmidt					
Provtagningsdatum	2015-02-10					
Labnummer	O10649445					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
Ca	0.205	0.067	mg/l	1	R	ANEN
Mg	<0.09		mg/l	1	R	ANEN
totalhårdhet*	<0.1		°dH	2	1	ANEN
pH	5.8			3	O	MISW
konduktivitet	13.9		mS/m	4	O	MISW
sulfat	<5.00		mg/l	6	2	INRO
klorid	19.9	2.98	mg/l	7	2	INRO
ammoniumkväve	25.7	3.86	mg/l	8	2	INRO
konduktivitet: Analys har ej skett inom rekommenderad tid från provtagning						
pH: Analys har ej skett inom rekommenderad tid från provtagning						

Rapport

Sida 2 (4)



T1502290

6OGY3TFBUGL



Er beteckning	Brista 2 Q					
Provtagare	Barbara Goldschmidt					
Provtagningsdatum	2015-02-10					
Labnummer	O10649446					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
Ca	506	65	mg/l	1	R	ANEN
Mg	17.7	2.1	mg/l	1	R	ANEN
totalhårdhet*	74.9		°dH	2	1	ANEN
pH	<3.0			3	O	MISW
konduktivitet	9740		mS/m	4	O	MISW
suspenderade ämnen	37		mg/l	5	O	MISW
sulfat	7820	1170	mg/l	6	2	INRO
klorid	31800	4770	mg/l	7	2	INRO
ammoniumkväve	10000	1510	mg/l	8	2	INRO
konduktivitet: Analys har ej skett inom rekommenderad tid från provtagning Ej ackred. för kond.>1000 mS/m Ej ackred. för kond.>1000 mS/m						
pH: Analys har ej skett inom rekommenderad tid från provtagning						
suspenderade ämnen: Analys har ej skett inom rekommenderad tid från provtagning						

Er beteckning	Brista 2 K1					
Provtagare	Barbara Goldschmidt					
Provtagningsdatum	2015-02-10					
Labnummer	O10649447					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
Ca	<0.2		mg/l	1	R	ANEN
Mg	<0.09		mg/l	1	R	ANEN
totalhårdhet*	<0.1		°dH	2	1	ANEN
pH	4.5			3	O	MISW
konduktivitet	26.8		mS/m	4	O	MISW
sulfat	119	17.9	mg/l	6	2	INRO
klorid	4.74	0.711	mg/l	7	2	INRO
ammoniumkväve	13.3	2.00	mg/l	8	2	INRO
konduktivitet: Analys har ej skett inom rekommenderad tid från provtagning						
pH: Analys har ej skett inom rekommenderad tid från provtagning						

Er beteckning	Brista 2 K2					
Provtagare	Barbara Goldschmidt					
Provtagningsdatum	2015-02-10					
Labnummer	O10649448					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
Ca	<0.2		mg/l	1	R	ANEN
Mg	<0.09		mg/l	1	R	ANEN
totalhårdhet*	<0.1		°dH	2	1	ANEN
pH	5.1			3	O	MISW
konduktivitet	25.3		mS/m	4	O	MISW
sulfat	115	17.2	mg/l	6	2	INRO
klorid	5.13	0.769	mg/l	7	2	INRO
ammoniumkväve	7.15	1.07	mg/l	8	2	INRO
konduktivitet: Analys har ej skett inom rekommenderad tid från provtagning						

Er beteckning	Brista 2 K2					
Provtagare	Barbara Goldschmidt					
Provtagningsdatum	2015-02-10					
Labnummer	O10649448					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
pH: Analys har ej skett inom rekommenderad tid från provtagning						

* efter parameternamn indikerar icke ackrediterad analys.

Metod	
1	Bestämning av vattnets hårdhet genom analys av Ca + Mg. Provet har surgjorts med 1 ml salpetersyra (Suprapur) per 100 ml. Detta gäller dock ej prov som varit surgjort vid ankomst till laboratoriet. Analys har skett enligt EPA-metoder (modifierade) 200.7 (ICP-AES) eller 200.8 (ICP-SFMS). Rev 2011-03-25
2	Beräkning av vattnets hårdhet genom analys av Ca + Mg.
3	Bestämning av pH enligt SS-EN ISO 10523:2012 pH vid 25±2°C bestäms potentiometriskt med pH-meter och temperaturkompensering. Mätosäkerhet (k=2): Renvatten: ±0.14 vid pH 6.87 och ±0.22 vid pH 11 Avloppsvatten: ±0.14 vid pH 6.87 och ±0.22 vid pH 11 Rev 2013-05-14
4	Bestämning av Konduktivitet enligt SS-EN 27888 utg 1 Direkt bestämning av vattnets elektriska ledningsförmåga vid 25°C. Mätosäkerhet (k=2): Renvatten: ±7% vid 14.7 mS/m, ±7% vid 141 mS/m och ±7% vid 774 mS/m Avloppsvatten: ±9% vid 14.7 mS/m, ±9% vid 141 mS/m och ±10% vid 774 mS/m Rev 2014-05-30
5	Bestämning av Suspenderad substans enligt SS-EN 872 utg 2 Provet filtreras genom glasfiberfilter Whatman GF/A (1,6 µm porstorlek). Filtret torkas vid 105°C och återstoden bestäms gravimetriskt. Mätosäkerhet (k=2): Renvatten: ±22% vid 25 mg/l och ±20% vid 250 mg/l Avloppsvatten: ±21% vid 25 mg/l och ±20% vid 250 mg/l Rev 2014-06-13
6	Bestämning av sulfat med jonkromatografi enligt metod CSN EN ISO 10304-1 och CSN EN 12506. Filtrering av grumliga prover ingår i metoden. Rev 2013-09-17
7	Bestämning av klorid med jonkromatografi enligt metod CSN EN ISO 10304-1 och CSN EN 12506. Filtrering av grumliga prover ingår i metoden. Rev 2013-09-17
8	Bestämning av ammoniumkväve, NH₄-N, med spektrofotometri enligt metod baserad på CSN EN ISO 11732, CSN EN

Metod
ISO 13395, CSN EN 13370 och CSN EN 12506. Filtrering av grumlige prover ingår i metoden. Rev 2013-09-18

	Godkännare
ANEN	Anna Engberg
INRO	Ingalill Rosén
MISW	Miryam Swartling

Utf ¹	
O	För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Box 511, 183 25 Täby som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
R	Mätningen utförd med ICP-AES För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
1	För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Box 511, 183 25 Täby som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
2	För mätningen svarar ALS Laboratory Group, Na Harfê 9/336, 190 00, Prag 9, Tjeckien, som är av det tjeckiska ackrediteringsorganet CAI ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 1163). CAI är signatär till ett MLA inom EA, samma MLA som SWEDAC är signatär till. Laboratorierna finns lokaliserade i; Prag, Na Harfê 9/336, 190 00, Praha 9, Ceska Lipa, Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa, Pardubice, V Raji 906, 530 02 Pardubice. Kontakta ALS Täby för ytterligare information.

Mätosäkerheten anges som en utvidgad osäkerhet (enligt definitionen i "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beräknad med täckningsfaktor lika med 2 vilket ger en konfidensnivå på ungefär 95%.

Mätosäkerhet från underleverantör anges oftast som en utvidgad osäkerhet beräknad med täckningsfaktor 2. För ytterligare information kontakta laboratoriet.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten gäller endast det identifierade, mottagna och provade materialet.
Beträffande laboratoriets ansvar i samband med uppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webbplats www.alsglobal.se

Den digitalt signerade PDF filen representerar originalrapporten. Alla utskrifter från denna är att betrakta som kopior.

¹ Utförande teknisk enhet (inom ALS Scandinavia) eller anlitat laboratorium (underleverantör).

Rapport

Sida 1 (4)



T1511625

YJ03HMG3BT



Registrerad 2015-06-16 16:55
Utfärdad 2015-06-23

Grontmij AB
Barbara Goldschmidt

205 09 Malmö
Sweden

Projekt
Bestnr Brista

Analys av vatten

Er beteckning	Quenchvatten					
Provtagare	Rökgaskondensat					
	Barbara Goldschmidt					
Labnummer	O10680606					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
Ca	182	23	mg/l	1	R	ANEN
Mg	7.81	0.93	mg/l	1	R	ANEN
totalhårdhet*	27.3		°dH	2	1	ANEN
sulfat	96.3	14.4	mg/l	3	2	ULKA
klorid	11100	1670	mg/l	4	2	ULKA
ammoniumkväve	3060	459	mg/l	5	2	ULKA
pH	<3.0			6	O	JEBE
konduktivitet	6090		mS/m	7	O	JEBE
suspenderade ämnen	15		mg/l	8	1	JEBE
konduktivitet: Ej ackrediterad för kond>1000 mS/m.						

Er beteckning	Råkondensat					
Provtagare	Rökgaskondensat					
	Barbara Goldschmidt					
Labnummer	O10680607					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
Ca	<0.2		mg/l	1	R	ANEN
Mg	<0.09		mg/l	1	R	ANEN
totalhårdhet*	<0.1		°dH	2	1	ANEN
sulfat	13.3	2.00	mg/l	3	2	ULKA
klorid	1.97	0.296	mg/l	4	2	ULKA
ammoniumkväve	2.29	0.344	mg/l	5	2	ULKA
pH	6.4			6	O	JEBE
konduktivitet	13.5		mS/m	7	O	JEBE

Rapport

Sida 2 (4)



T1511625

YJ03HMG3BT



Er beteckning	Renat condensat efter RO					
Provtagare	Rökgaskondensat					
	Barbara Goldschmidt					
Labnummer	O10680608					
Parameter	Resultat	Osäkerhet ($\pm$)	Enhet	Metod	Utf	Sign
Ca	<0.2		mg/l	1	R	ANEN
Mg	<0.09		mg/l	1	R	ANEN
totalhårdhet*	<0.1		°dH	2	1	ANEN
sulfat	<5.00		mg/l	3	2	ULKA
klorid	<1.00		mg/l	4	2	ULKA
ammoniumkväve	0.159	0.024	mg/l	5	2	ULKA
pH	6.7			6	O	JEBE
konduktivitet	6.0		mS/m	7	O	JEBE

* efter parameternamn indikerar icke ackrediterad analys.

	Metod
1	Analys av Ca + Mg. Provet har surgjorts med 1 ml salpetersyra (Suprapur) per 100 ml. Detta gäller dock ej prov som varit surgjort vid ankomst till laboratoriet. Analys med ICP-SFMS har skett enligt SS EN ISO 17294-1, 2 (mod) samt EPA-metod 200.8 (mod). Analys med ICP-AES har skett enligt SS EN ISO 11885 (mod) samt EPA-metod 200.7 (mod). Rev 2015-04-24
2	Beräkning av vattnets hårdhet genom analys av Ca + Mg.
3	Bestämning av sulfat med jonkromatografi enligt metod CSN EN ISO 10304-1 och CSN EN 12506. Filtrering av grumliga prover ingår i metoden. Rev 2013-09-17
4	Bestämning av klorid med jonkromatografi enligt metod CSN EN ISO 10304-1 och CSN EN 12506. Filtrering av grumliga prover ingår i metoden. Rev 2013-09-17
5	Bestämning av ammoniumkväve, NH_4N, med spektrofotometri enligt metod baserad på CSN EN ISO 11732, CSN EN ISO 13395, CSN EN 13370 och CSN EN 12506. Filtrering av grumliga prover ingår i metoden. Rev 2013-09-18
6	Bestämning av pH enligt SS-EN ISO 10523:2012 pH vid $25 \pm 2^\circ\text{C}$ bestäms potentiometriskt med pH-meter och temperaturkompensering. Mätosäkerhet ($k=2$): Renvatten: ± 0.14 vid pH 6.87 och ± 0.22 vid pH 11 Avloppsvatten: ± 0.14 vid pH 6.87 och ± 0.22 vid pH 11 Rev 2013-05-14
7	Bestämning av Konduktivitet enligt SS-EN 27888 utg 1 Direkt bestämning av vattnets elektriska ledningsförmåga vid 25°C. Mätosäkerhet ($k=2$): Renvatten: $\pm 9\%$ vid 14.7 mS/m, $\pm 7\%$ vid 141 mS/m och $\pm 13\%$ vid 774 mS/m Avloppsvatten: $\pm 11\%$ vid 14.7 mS/m, $\pm 9\%$ vid 141 mS/m och $\pm 14\%$ vid 774 mS/m Rev 2015-06-12
8	Bestämning av Suspenderad substans enligt SS-EN 872 utg 2 Provet filtreras genom glasfiberfilter Whatman GF/A (1,6 μm porstorlek). Filtret torkas vid 105°C och återstoden bestäms gravimetriskt. Mätosäkerhet ($k=2$): Renvatten: $\pm 23\%$ vid 25 mg/l och $\pm 17\%$ vid 250 mg/l Avloppsvatten: $\pm 23\%$ vid 25 mg/l och $\pm 17\%$ vid 250 mg/l Rev 2015-03-06

Godkännare

Rapport

Sida 4 (4)



T1511625

YJ03HMG3BT



	Godkännare
ANEN	Anna Engberg
JEBE	Jenny Belin
ULKA	Ulrika Karlsson

	Utf ¹
O	För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Box 511, 183 25 Täby som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
R	Mätningen utförd med ICP-AES För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
1	För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Box 511, 183 25 Täby som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
2	För mätningen svarar ALS Laboratory Group, Na Harfê 9/336, 190 00, Prag 9, Tjeckien, som är av det tjeckiska ackrediteringsorganet CAI ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 1163). CAI är signatär till ett MLA inom EA, samma MLA som SWEDAC är signatär till. Laboratorierna finns lokaliserade i; Prag, Na Harfê 9/336, 190 00, Praha 9, Česká Lípa, Bendlova 1687/7, 470 03 Česká Lípa, Pardubice, V Raji 906, 530 02 Pardubice. Kontakta ALS Täby för ytterligare information.

Mätosäkerheten anges som en utvidgad osäkerhet (enligt definitionen i "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beräknad med täckningsfaktor lika med 2 vilket ger en konfidensnivå på ungefär 95%.

Mätosäkerhet från underleverantör anges oftast som en utvidgad osäkerhet beräknad med täckningsfaktor 2. För ytterligare information kontakta laboratoriet.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat.

Resultaten gäller endast det identifierade, mottagna och provade materialet.

Beträffande laboratoriets ansvar i samband med uppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webbplats www.alsglobal.se

Den digitalt signerade PDF filen representerar originalrapporten. Alla utskrifter från denna är att betrakta som kopior.

¹ Utförande teknisk enhet (inom ALS Scandinavia) eller anlitat laboratorium (underleverantör).

B.2 Eksjö P5

Rapport

Sida 1 (3)



T1503055

P6B08QYC3L



Registrerad 2015-02-26 14:22
Utfärdad 2015-03-05

Grontmij AB
Barbara Goldschmidt

205 09 Malmö
Sweden

Projekt
Bestnr Eksjö

Analys av vatten

Er beteckning	Quenchvatten					
Provtagare	Barbara Goldschmidt					
Provtagningsdatum	2015-02-24					
Labnummer	O10652030					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
Ca	15.0	2.0	mg/l	1	R	HESE
Mg	1.65	0.25	mg/l	1	R	HESE
totalhårdhet*	2.48		°dH	2	1	HESE
pH	<3.0			3	O	MISW
konduktivitet	9500		mS/m	4	O	MISW
suspenderade ämnen	12		mg/l	5	1	MISW
sulfat	66800	10000	mg/l	6	2	FREN
klorid	25800	3880	mg/l	7	2	FREN
ammoniumkväve	1430	214	mg/l	8	2	FREN
konduktivitet: Ej ackred. för kond.>1000 mS/m						

Er beteckning	Kondensat					
Provtagare	Barbara Goldschmidt					
Provtagningsdatum	2015-02-24					
Labnummer	O10652031					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
Ca	<1		mg/l	1	R	HESE
Mg	<0.5		mg/l	1	R	HESE
totalhårdhet*	<0.1		°dH	2	1	HESE
pH	5.0			3	O	MISW
konduktivitet	1580		mS/m	4	O	MISW
sulfat	14600	2190	mg/l	6	2	FREN
klorid	78.5	11.8	mg/l	7	2	FREN
ammoniumkväve	3.58	0.359	mg/l	9	2	FREN
konduktivitet: Ej ackred. för kond.>1000 mS/m						

* efter parameternamn indikerar icke ackrediterad analys.

Metod	
1	Bestämning av vattnets hårdhet genom analys av Ca + Mg. Provet har surgjorts med 1 ml salpetersyra (Suprapur) per 100 ml. Detta gäller dock ej prov som varit surgjort vid ankomst till laboratoriet. Analys har skett enligt EPA-metoder (modifierade) 200.7 (ICP-AES) eller 200.8 (ICP-SFMS). Rev 2011-03-25
2	Beräkning av vattnets hårdhet genom analys av Ca + Mg.
3	Bestämning av pH enligt SS-EN ISO 10523:2012 pH vid 25±2°C bestäms potentiometriskt med pH-meter och temperaturkompensering. Mätosäkerhet (k=2): Renvatten: ±0.14 vid pH 6.87 och ±0.22 vid pH 11 Avloppsvatten: ±0.14 vid pH 6.87 och ±0.22 vid pH 11 Rev 2013-05-14
4	Bestämning av Konduktivitet enligt SS-EN 27888 utg 1 Direkt bestämning av vattnets elektriska ledningsförmåga vid 25°C. Mätosäkerhet (k=2): Renvatten: ±7% vid 14.7 mS/m, ±7% vid 141 mS/m och ±13% vid 774 mS/m Avloppsvatten: ±9% vid 14.7 mS/m, ±9% vid 141 mS/m och ±14% vid 774 mS/m Rev 2015-03-04
5	Bestämning av Suspenderad substans enligt SS-EN 872 utg 2 Provet filtreras genom glasfiberfilter Whatman GF/A (1,6 µm porstorlek). Filtret torkas vid 105°C och återstoden bestäms gravimetriskt. Mätosäkerhet (k=2): Renvatten: ±22% vid 25 mg/l och ±20% vid 250 mg/l Avloppsvatten: ±21% vid 25 mg/l och ±20% vid 250 mg/l Rev 2014-06-13
6	Bestämning av sulfat med jonkromatografi enligt metod CSN EN ISO 10304-1 och CSN EN 12506. Filtrering av grumliga prover ingår i metoden. Rev 2013-09-17
7	Bestämning av klorid med jonkromatografi enligt metod CSN EN ISO 10304-1 och CSN EN 12506. Filtrering av grumliga prover ingår i metoden. Rev 2013-09-17
8	Bestämning av ammoniumkväve, NH₄-N, med spektrofotometri enligt metod baserad på CSN EN ISO 11732, CSN EN ISO 13395, CSN EN 13370 och CSN EN 12506. Filtrering av grumliga prover ingår i metoden. Rev 2013-09-18
9	Bestämning av ammonium med spektrofotometri enligt metod CSN ISO 7150-1.

Rapport

Sida 3 (3)



T1503055

P6B08QYC3L



Metod
Rev 2014-03-07

	Godkännare
FREN	Fredrik Enzell
HESE	Hedvig von Seth
MISW	Miryam Swartling

	Utf ¹
O	För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Box 511, 183 25 Täby som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
R	Mätningen utförd med ICP-AES För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
1	För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Box 511, 183 25 Täby som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
2	För mätningen svarar ALS Laboratory Group, Na Harfê 9/336, 190 00, Prag 9, Tjeckien, som är av det tjeckiska ackrediteringsorganet CAI ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 1163). CAI är signatär till ett MLA inom EA, samma MLA som SWEDAC är signatär till. Laboratorierna finns lokaliserade i; Prag, Na Harfê 9/336, 190 00, Praha 9, Ceska Lipa, Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa, Pardubice, V Raji 906, 530 02 Pardubice. Kontakta ALS Täby för ytterligare information.

Mätosäkerheten anges som en utvidgad osäkerhet (enligt definitionen i "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beräknad med täckningsfaktor lika med 2 vilket ger en konfidensnivå på ungefär 95%.

Mätosäkerhet från underleverantör anges oftast som en utvidgad osäkerhet beräknad med täckningsfaktor 2. För ytterligare information kontakta laboratoriet.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat.

Resultaten gäller endast det identifierade, mottagna och provade materialet.

Beträffande laboratoriets ansvar i samband med uppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webbplats www.alsglobal.se

Den digitalt signerade PDF filen representerar originalrapporten. Alla utskrifter från denna är att betrakta som kopior.

¹ Utförande teknisk enhet (inom ALS Scandinavia) eller anlitat laboratorium (underleverantör).

Rapport

Sida 1 (3)



T1509371

8Z611UIZNYO



Registrerad 2015-05-22 15:19
Utfärdad 2015-05-28

Grontmij AB
Barbara Goldschmidt

205 09 Malmö
Sweden

Projekt
Bestnr Eksjö

Analys av vatten

Er beteckning	Quenchvatten (Q)					
Provtagare	Rökgaskondensat					
	Barbara Goldschmidt					
Labnummer	O10672884					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
Ca	42.4	5.4	mg/l	1	R	ANEN
Mg	5.22	0.63	mg/l	1	R	ANEN
totalhårdhet*	7.14		°dH	2	1	ANEN
sulfat	22800	3420	mg/l	3	2	INRO
klorid	8660	1300	mg/l	4	2	INRO
ammoniumkväve	713	107	mg/l	5	2	INRO
pH	3.5			6	O	MAEL
suspenderade ämnen	27		mg/l	7	O	MAEL
konduktivitet	7560	756	mS/m	8	2	INRO

Er beteckning	Kondensat (K)					
Provtagare	Rökgaskondensat					
	Barbara Goldschmidt					
Labnummer	O10672885					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
Ca	7.77	1.02	mg/l	1	R	ANEN
Mg	0.968	0.159	mg/l	1	R	ANEN
totalhårdhet*	1.31		°dH	2	1	ANEN
sulfat	4750	712	mg/l	3	2	INRO
klorid	14.6	2.18	mg/l	4	2	INRO
ammoniumkväve	0.792	0.119	mg/l	5	2	INRO
pH	6.9			6	O	MAEL
konduktivitet	930		mS/m	9	1	KABJ

* efter parameternamn indikerar icke ackrediterad analys.

Metod	
1	Analys av Ca + Mg. Provet har surgjorts med 1 ml salpetersyra (Suprapur) per 100 ml. Detta gäller dock ej prov som varit surgjort vid ankomst till laboratoriet. Analys med ICP-SFMS har skett enligt SS EN ISO 17294-1, 2 (mod) samt EPA-metod 200.8 (mod). Analys med ICP-AES har skett enligt SS EN ISO 11885 (mod) samt EPA-metod 200.7 (mod). Rev 2015-04-24
2	Beräkning av vattnets hårdhet genom analys av Ca + Mg.
3	Bestämning av sulfat med jonkromatografi enligt metod CSN EN ISO 10304-1 och CSN EN 12506. Filtrering av grumliga prover ingår i metoden. Rev 2013-09-17
4	Bestämning av klorid med jonkromatografi enligt metod CSN EN ISO 10304-1 och CSN EN 12506. Filtrering av grumliga prover ingår i metoden. Rev 2013-09-17
5	Bestämning av ammoniumkväve, NH₄-N, med spektrofotometri enligt metod baserad på CSN EN ISO 11732, CSN EN ISO 13395, CSN EN 13370 och CSN EN 12506. Filtrering av grumliga prover ingår i metoden. Rev 2013-09-18
6	Bestämning av pH enligt SS-EN ISO 10523:2012 pH vid 25±2°C bestäms potentiometriskt med pH-meter och temperaturkompensering. Mätosäkerhet (k=2): Renvatten: ±0.14 vid pH 6.87 och ±0.22 vid pH 11 Avloppsvatten: ±0.14 vid pH 6.87 och ±0.22 vid pH 11 Rev 2013-05-14
7	Bestämning av Suspenderad substans enligt SS-EN 872 utg 2 Provet filtreras genom glasfiberfilter Whatman GF/A (1,6 µm porstorlek). Filtret torkas vid 105°C och återstoden bestäms gravimetriskt. Mätosäkerhet (k=2): Renvatten: ±23% vid 25 mg/l och ±17% vid 250 mg/l Avloppsvatten: ±23% vid 25 mg/l och ±17% vid 250 mg/l Rev 2015-03-06
8	Bestämning av konduktivitet enligt metod baserad på CSN EN 27 888. Tiden mellan provuttag och analys har överstigit 24 timmar. Rev 2014-02-19
9	Bestämning av Konduktivitet enligt SS-EN 27888 utg 1 Direkt bestämning av vattnets elektriska ledningsförmåga vid 25°C. Mätosäkerhet (k=2): Renvatten: ±7% vid 14.7 mS/m, ±7% vid 141 mS/m och ±13% vid 774 mS/m

Rapport

Sida 3 (3)



T1509371

8Z611UIZNYO



Metod
Avloppsvatten: $\pm 9\%$ vid 14.7 mS/m, $\pm 9\%$ vid 141 mS/m och $\pm 14\%$ vid 774 mS/m Rev 2015-03-04

	Godkännare
ANEN	Anna Engberg
INRO	Ingalill Rosén
KABJ	Karin Björk
MAEL	Matthew Ellis

	Utf ¹
O	För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Box 511, 183 25 Täby som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
R	Mätningen utförd med ICP-AES För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
1	För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Box 511, 183 25 Täby som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
2	För mätningen svarar ALS Laboratory Group, Na Harfê 9/336, 190 00, Prag 9, Tjeckien, som är av det tjeckiska ackrediteringsorganet CAI ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 1163). CAI är signatär till ett MLA inom EA, samma MLA som SWEDAC är signatär till. Laboratorierna finns lokaliserade i; Prag, Na Harfê 9/336, 190 00, Praha 9, Ceska Lipa, Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa, Pardubice, V Raji 906, 530 02 Pardubice. Kontakta ALS Täby för ytterligare information.

Mätosäkerheten anges som en utvidgad osäkerhet (enligt definitionen i "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beräknad med täckningsfaktor lika med 2 vilket ger en konfidensnivå på ungefär 95%.

Mätosäkerhet från underleverantör anges oftast som en utvidgad osäkerhet beräknad med täckningsfaktor 2. För ytterligare information kontakta laboratoriet.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten gäller endast det identifierade, mottagna och provade materialet.
Beträffande laboratoriets ansvar i samband med uppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webbplats www.alsglobal.se

Den digitalt signerade PDF filen representerar originalrapporten. Alla utskrifter från denna är att betrakta som kopior.

¹ Utförande teknisk enhet (inom ALS Scandinavia) eller anlitat laboratorium (underleverantör).

B.3 Händelö

Rapport

Sida 1 (4)



T1505718

S7LQBTR4KW



Registrerad 2015-04-02 14:05
Utfärdad 2015-04-10

Grontmij AB
Barbara Goldschmidt

205 09 Malmö
Sweden

Projekt
Bestnr Händelö

Analys av vatten

Er beteckning	Före NH3-membran Rökgaskondensat Barbara Goldschmidt Provtagare Provtagningsdatum 2015-03-13					
Labnummer	O10659922					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
sulfat	3540	531	mg/l	1	1	FREN
Ca	1.03	0.33	mg/l	2	R	ANEN
Mg	<0.5		mg/l	2	R	ANEN
totalhårdhet*	0.144		°dH	3	2	ANEN
klorid	157	23.6	mg/l	4	1	FREN
ammoniumkväve	120	18.0	mg/l	5	1	FREN
pH	6.0			6	2	JOTA
konduktivitet	1050		mS/m	7	2	JOTA
konduktivitet: Ej ackred. för kond.>1000 mS/m						

Er beteckning	Efter NH3-membran Rökgaskondensat Barbara Goldschmidt Provtagare Provtagningsdatum 2015-03-13					
Labnummer	O10659923					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
sulfat	4460	669	mg/l	1	1	FREN
Ca	<1		mg/l	2	R	ANEN
Mg	<0.5		mg/l	2	R	ANEN
totalhårdhet*	<0.1		°dH	3	2	ANEN
klorid	176	26.4	mg/l	4	1	FREN
ammoniumkväve	10.2	1.54	mg/l	5	1	FREN
pH	7.3			6	2	JOTA
konduktivitet	1180		mS/m	7	2	JOTA
konduktivitet: Ej ackred. för kond.>1000 mS/m						

Rapport

Sida 2 (4)



T1505718

S7LQBTR4KW



Er beteckning	(NH₄)₂SO₄					
Provtagare	Rökgaskondensat					
Provtagningsdatum	Barbara Goldschmidt					
	2015-03-13					
Labnummer	O10659924					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
sulfat	76100	11400	mg/l	1	1	FREN
Ca	<2		mg/l	2	R	ANEN
Mg	<0.9		mg/l	2	R	ANEN
totalhårdhet*	<0.1		°dH	3	2	ANEN
klorid	12.6	1.89	mg/l	4	1	FREN
ammoniumkväve	7860	1180	mg/l	5	1	FREN
pH	7.8			6	2	JOTA
konduktivitet	7700		mS/m	7	2	JOTA
konduktivitet: Ej ackred. för kond.>1000 mS/m						

Rapport

Sida 3 (4)



T1505718

S7LQBTR4KW



* efter parameternamn indikerar icke ackrediterad analys.

	Metod
1	Bestämning av sulfat med jonkromatografi enligt metod CSN EN ISO 10304-1 och CSN EN 12506. Filtrering av grumligena prover ingår i metoden. Rev 2013-09-17
2	Analys av Ca + Mg. Provet har surgjorts med 1 ml salpetersyra (Suprapur) per 100 ml. Detta gäller dock ej prov som varit surgjort vid ankomst till laboratoriet. Analys har skett enligt EPA-metoder (modifierade) 200.7 (ICP-AES) eller 200.8 (ICP-SFMS). Rev 2015-04-07
3	Beräkning av vattnets hårdhet genom analys av Ca + Mg.
4	Bestämning av klorid med jonkromatografi enligt metod CSN EN ISO 10304-1 och CSN EN 12506. Filtrering av grumligena prover ingår i metoden. Rev 2013-09-17
5	Bestämning av ammoniumkväve, $\text{NH}_4\text{-N}$, med spektrofotometri enligt metod baserad på CSN EN ISO 11732, CSN EN ISO 13395, CSN EN 13370 och CSN EN 12506. Filtrering av grumligena prover ingår i metoden. Rev 2013-09-18
6	Bestämning av pH enligt SS-EN ISO 10523:2012 pH vid $25 \pm 2^\circ\text{C}$ bestäms potentiometriskt med pH-meter och temperaturkompensering. Mätosäkerhet ($k=2$): Renvatten: ± 0.14 vid pH 6.87 och ± 0.22 vid pH 11 Avloppsvatten: ± 0.14 vid pH 6.87 och ± 0.22 vid pH 11 Rev 2013-05-14
7	Bestämning av Konduktivitet enligt SS-EN 27888 utg 1 Direkt bestämning av vattnets elektriska ledningsförmåga vid 25°C . Mätosäkerhet ($k=2$): Renvatten: $\pm 7\%$ vid 14.7 mS/m, $\pm 7\%$ vid 141 mS/m och $\pm 13\%$ vid 774 mS/m Avloppsvatten: $\pm 9\%$ vid 14.7 mS/m, $\pm 9\%$ vid 141 mS/m och $\pm 14\%$ vid 774 mS/m Rev 2015-03-04

	Godkännare
ANEN	Anna Engberg
FREN	Fredrik Enzell
JOTA	Joanna Tagai

Rapport

Sida 4 (4)



T1505718

S7LQBTR4KW



	Utf ¹
R	Mätningen utförd med ICP-AES För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
1	För mätningen svarar ALS Laboratory Group, Na Harfê 9/336, 190 00, Prag 9, Tjeckien, som är av det tjeckiska ackrediteringsorganet CAI ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 1163). CAI är signatär till ett MLA inom EA, samma MLA som SWEDAC är signatär till. Laboratorierna finns lokaliserade i; Prag, Na Harfê 9/336, 190 00, Praha 9, Ceska Lipa, Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa, Pardubice, V Raji 906, 530 02 Pardubice. Kontakta ALS Täby för ytterligare information.
2	För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Box 511, 183 25 Täby som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).

Mätosäkerheten anges som en utvidgad osäkerhet (enligt definitionen i "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beräknad med täckningsfaktor lika med 2 vilket ger en konfidensnivå på ungefär 95%.

Mätosäkerhet från underleverantör anges oftast som en utvidgad osäkerhet beräknad med täckningsfaktor 2. För ytterligare information kontakta laboratoriet.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten gäller endast det identifierade, mottagna och provade materialet. Beträffande laboratoriets ansvar i samband med uppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webbplats www.alsglobal.se

Den digitalt signerade PDF filen representerar originalrapporten. Alla utskrifter från denna är att betrakta som kopior.

¹ Utförande teknisk enhet (inom ALS Scandinavia) eller anlitat laboratorium (underleverantör).

B.4 Igelsta P3

Rapport

Sida 1 (4)



T1503895

Q6W0XKAK9A



Registrerad **2015-03-10 15:16**
Utfärdad **2015-03-17**

Grontmij AB
Barbara Goldschmidt

205 09 Malmö
Sweden

Projekt **Igelsta värmeverk**
Bestnr

Analys av vatten

Er beteckning	Före RO					
Provtagare	Barbara Goldschmidt					
Provtagningsdatum	2015-03-04					
Labnummer	O10654457					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
Ca	0.565	0.075	mg/l	1	R	FREN
Fe	0.00305	0.00070	mg/l	1	H	FREN
K	<0.4		mg/l	1	R	FREN
Mg	<0.09		mg/l	1	R	FREN
Na	6.26	0.44	mg/l	1	R	FREN
Si	<0.03		mg/l	1	R	FREN
Al	2.79	0.77	µg/l	1	H	FREN
As	0.119	0.062	µg/l	1	H	FREN
Ba	0.628	0.106	µg/l	1	H	FREN
Cd	0.0192	0.0044	µg/l	1	H	FREN
Co	0.0235	0.0117	µg/l	1	H	FREN
Cr	0.0386	0.0171	µg/l	1	H	FREN
Cu	1.64	0.28	µg/l	1	H	FREN
Hg	0.314	0.032	µg/l	1	F	FREN
Mn	2.54	0.44	µg/l	1	H	FREN
Mo	<0.05		µg/l	1	H	FREN
Ni	0.169	0.042	µg/l	1	H	FREN
P	<1		µg/l	1	H	FREN
Pb	0.869	0.141	µg/l	1	H	FREN
Sr*	0.348		µg/l	1	S	FREN
Zn	6.57	1.19	µg/l	1	H	FREN
V	0.0469	0.0115	µg/l	1	H	FREN
totalhårdhet*	<0.1		°dH	2	1	FREN
pH	5.8			3	O	KABJ
konduktivitet	110		mS/m	4	O	KABJ
sulfat	400	60.1	mg/l	5	2	STGR
klorid	6.81	1.02	mg/l	6	2	STGR
ammoniumkväve	116	17.4	mg/l	7	2	STGR
konduktivitet: Analys har ej skett inom rekommenderad tid från provtagning						
pH: Analys har ej skett inom rekommenderad tid från provtagning						

Rapport

Sida 2 (4)



T1503895

Q6W0XKAK9A



Er beteckning	Efter RO					
Provtagare	Barbara Goldschmidt					
Provtagningsdatum	2015-03-04					
Labnummer	O10654458					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
Ca	<0.1		mg/l	1	R	FREN
Fe	<0.0004		mg/l	1	H	FREN
K	<0.4		mg/l	1	R	FREN
Mg	<0.09		mg/l	1	R	FREN
Na	0.255	0.026	mg/l	1	R	FREN
Si	<0.03		mg/l	1	R	FREN
Al	0.388	0.554	µg/l	1	H	FREN
As	<0.05		µg/l	1	H	FREN
Ba	<0.01		µg/l	1	H	FREN
Cd	<0.002		µg/l	1	H	FREN
Co	<0.005		µg/l	1	H	FREN
Cr	<0.01		µg/l	1	H	FREN
Cu	0.240	0.048	µg/l	1	H	FREN
Hg	0.0399	0.0041	µg/l	1	F	FREN
Mn	<0.03		µg/l	1	H	FREN
Mo	<0.05		µg/l	1	H	FREN
Ni	<0.05		µg/l	1	H	FREN
P	<1		µg/l	1	H	FREN
Pb	<0.01		µg/l	1	H	FREN
Sr*	<0.01		µg/l	1	S	FREN
Zn	<0.2		µg/l	1	H	FREN
V	<0.005		µg/l	1	H	FREN
totalhårdhet*	<0.1		°dH	2	1	FREN
pH	5.6			3	O	KABJ
konduktivitet	4.1		mS/m	4	O	KABJ
sulfat	<5.00		mg/l	5	2	STGR
klorid	<1.00		mg/l	6	2	STGR
ammoniumkväve	4.55	0.682	mg/l	7	2	STGR
konduktivitet: Analys har ej skett inom rekommenderad tid från provtagning						
pH: Analys har ej skett inom rekommenderad tid från provtagning						

* efter parameternamn indikerar icke ackrediterad analys.

	Metod
1	Paket V-2. Bestämning av metaller utan föregående uppslutning. Provet har surgjorts med 1 ml salpetersyra (Suprapur) per 100 ml. Detta gäller dock ej prov som varit surgjort vid ankomst till laboratoriet. Analys har skett enligt EPA-metoder (modifierade) 200.7 (ICP-AES) och 200.8 (ICP-SFMS). Analys av Hg med AFS har skett enligt SS-EN ISO 17852:2008. Speciell information vid beställning av tilläggsmetaller: Vid analys av W får provet ej surgöras. Vid analys av S har provet först stabiliserats med H₂O₂. Rev 2014-01-21
2	Beräkning av vattnets hårdhet genom analys av Ca + Mg.
3	Bestämning av pH enligt SS-EN ISO 10523:2012 pH vid 25±2°C bestäms potentiometriskt med pH-meter och temperaturkompensering. Mätosäkerhet (k=2): Renvatten: ±0.14 vid pH 6.87 och ±0.22 vid pH 11 Avloppsvatten: ±0.14 vid pH 6.87 och ±0.22 vid pH 11 Rev 2013-05-14
4	Bestämning av Konduktivitet enligt SS-EN 27888 utg 1 Direkt bestämning av vattnets elektriska ledningsförmåga vid 25°C. Mätosäkerhet (k=2): Renvatten: ±7% vid 14.7 mS/m, ±7% vid 141 mS/m och ±13% vid 774 mS/m Avloppsvatten: ±9% vid 14.7 mS/m, ±9% vid 141 mS/m och ±14% vid 774 mS/m Rev 2015-03-04
5	Bestämning av sulfat med jonkromatografi enligt metod CSN EN ISO 10304-1 och CSN EN 12506. Filtrering av grumliga prover ingår i metoden. Rev 2013-09-17
6	Bestämning av klorid med jonkromatografi enligt metod CSN EN ISO 10304-1 och CSN EN 12506. Filtrering av grumliga prover ingår i metoden. Rev 2013-09-17
7	Bestämning av ammoniumkväve, NH₄-N, med spektrofotometri enligt metod baserad på CSN EN ISO 11732, CSN EN ISO 13395, CSN EN 13370 och CSN EN 12506. Filtrering av grumliga prover ingår i metoden. Rev 2013-09-18

	Godkännare
FREN	Fredrik Enzell
KABJ	Karin Björk

Rapport

Sida 4 (4)



T1503895

Q6W0XKAK9A



	Godkännare
STGR	Sture Grägg

	Utf ¹
F	Mätningen utförd med AFS För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
H	Mätningen utförd med ICP-SFMS För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
O	För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Box 511, 183 25 Täby som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
R	Mätningen utförd med ICP-AES För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
S	Mätningen utförd med ICP-SFMS För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
1	För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Box 511, 183 25 Täby som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
2	För mätningen svarar ALS Laboratory Group, Na Harfê 9/336, 190 00, Prag 9, Tjeckien, som är av det tjeckiska ackrediteringsorganet CAI ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 1163). CAI är signatär till ett MLA inom EA, samma MLA som SWEDAC är signatär till. Laboratorierna finns lokaliserade i; Prag, Na Harfê 9/336, 190 00, Praha 9, Ceska Lipa, Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa, Pardubice, V Raji 906, 530 02 Pardubice. Kontakta ALS Täby för ytterligare information.

Mätosäkerheten anges som en utvidgad osäkerhet (enligt definitionen i "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beräknad med täckningsfaktor lika med 2 vilket ger en konfidensnivå på ungefär 95%.

Mätosäkerhet från underleverantör anges oftast som en utvidgad osäkerhet beräknad med täckningsfaktor 2. För ytterligare information kontakta laboratoriet.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten gäller endast det identifierade, mottagna och provade materialet. Beträffande laboratoriets ansvar i samband med uppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webbplats www.alsglobal.se

Den digitalt signerade PDF filen representerar originalrapporten. Alla utskrifter från denna är att betrakta som kopior.

¹ Utförande teknisk enhet (inom ALS Scandinavia) eller anlitat laboratorium (underleverantör).

Rapport

Sida 1 (5)



T1505209

7MP32C2500X



Registrerad 2015-03-26 11:34
Utfärdad 2015-04-01

Grontmij AB
Barbara Goldschmidt

205 09 Malmö
Sweden

Projekt Igelsta värmeverk
Bestnr

Analys av vatten

Er beteckning	Före RO					
Provtagare	Barbara Goldschmidt					
Labnummer	O10658247					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
Ca	2.34	0.19	mg/l	1	R	ANEN
Fe	<0.0004		mg/l	1	H	ANEN
K	<0.4		mg/l	1	R	ANEN
Mg	<0.09		mg/l	1	R	ANEN
Na	<0.1		mg/l	1	R	ANEN
Si	<0.03		mg/l	1	R	ANEN
Al	3.96	0.87	µg/l	1	H	ANEN
As	0.160	0.064	µg/l	1	H	ANEN
Ba	0.943	0.160	µg/l	1	H	ANEN
Cd	0.0155	0.0040	µg/l	1	H	ANEN
Co	0.0377	0.0157	µg/l	1	H	ANEN
Cr	0.0444	0.0258	µg/l	1	H	ANEN
Cu	0.193	0.041	µg/l	1	H	ANEN
Hg	0.0858	0.0088	µg/l	1	F	ANEN
Mn	3.84	0.38	µg/l	1	R	ANEN
Mo	0.0577	0.0382	µg/l	1	H	ANEN
Ni	0.155	0.049	µg/l	1	H	ANEN
P	<1		µg/l	1	H	ANEN
Pb	0.398	0.066	µg/l	1	H	ANEN
Sr*	1.21		µg/l	1	S	ANEN
Zn	6.04	1.09	µg/l	1	H	ANEN
V	0.00676	0.00472	µg/l	1	H	ANEN
totalhårdhet*	0.328		°dH	2	1	ANEN
pH	6.6			3	O	MISW
konduktivitet	69.9		mS/m	4	O	MISW
sulfat	70.1	10.5	mg/l	5	2	INRO
klorid	1.94	0.291	mg/l	6	2	INRO
ammoniumkväve	79.8	12.0	mg/l	7	2	INRO

Rapport

Sida 2 (5)



T1505209

7MP32C2500X



Er beteckning	Efter RO					
Provtagare	Barbara Goldschmidt					
Labnummer	O10658248					
Parameter	Resultat	Osäkerhet ($\pm$)	Enhet	Metod	Utf	Sign
Ca	<0.1		mg/l	8	R	FREN
Mg	<0.09		mg/l	8	R	FREN
totalhårdhet*	<0.1		°dH	2	1	FREN
pH	5.5			3	O	MISW
konduktivitet	3.7		mS/m	4	O	MISW
sulfat	<5.00		mg/l	5	2	INRO
klorid	<1.00		mg/l	6	2	INRO
ammoniumkväve	3.72	0.559	mg/l	7	2	INRO

* efter parameternamn indikerar icke ackrediterad analys.

	Metod
1	Paket V-2. Bestämning av metaller utan föregående uppslutning. Provet har surgjorts med 1 ml salpetersyra (Suprapur) per 100 ml. Detta gäller dock ej prov som varit surgjort vid ankomst till laboratoriet. Analys har skett enligt EPA-metoder (modifierade) 200.7 (ICP-AES) och 200.8 (ICP-SFMS). Analys av Hg med AFS har skett enligt SS-EN ISO 17852:2008. Speciell information vid beställning av tilläggsmetaller: Vid analys av W får provet ej surgöras. Vid analys av S har provet först stabiliserats med H₂O₂. Rev 2014-01-21
2	Beräkning av vattnets hårdhet genom analys av Ca + Mg.
3	Bestämning av pH enligt SS-EN ISO 10523:2012 pH vid 25±2°C bestäms potentiometriskt med pH-meter och temperaturkompensering. Mätosäkerhet (k=2): Renvatten: ±0.14 vid pH 6.87 och ±0.22 vid pH 11 Avloppsvatten: ±0.14 vid pH 6.87 och ±0.22 vid pH 11 Rev 2013-05-14
4	Bestämning av Konduktivitet enligt SS-EN 27888 utg 1 Direkt bestämning av vattnets elektriska ledningsförmåga vid 25°C. Mätosäkerhet (k=2): Renvatten: ±7% vid 14.7 mS/m, ±7% vid 141 mS/m och ±13% vid 774 mS/m Avloppsvatten: ±9% vid 14.7 mS/m, ±9% vid 141 mS/m och ±14% vid 774 mS/m Rev 2015-03-04
5	Bestämning av sulfat med jonkromatografi enligt metod CSN EN ISO 10304-1 och CSN EN 12506. Filtrering av grumliga prover ingår i metoden. Rev 2013-09-17
6	Bestämning av klorid med jonkromatografi enligt metod CSN EN ISO 10304-1 och CSN EN 12506. Filtrering av grumliga prover ingår i metoden. Rev 2013-09-17
7	Bestämning av ammoniumkväve, NH₄-N, med spektrofotometri enligt metod baserad på CSN EN ISO 11732, CSN EN ISO 13395, CSN EN 13370 och CSN EN 12506. Filtrering av grumliga prover ingår i metoden. Rev 2013-09-18
8	Bestämning av vattnets hårdhet genom analys av Ca + Mg. Provet har surgjorts med 1 ml salpetersyra (Suprapur) per 100 ml. Detta gäller dock ej prov som varit surgjort vid ankomst till laboratoriet. Analys har skett enligt EPA-metoder (modifierade) 200.7 (ICP-AES) eller 200.8 (ICP-SFMS).

Rapport

Sida 4 (5)



T1505209

7MP32C2500X



Metod
Rev 2011-03-25

	Godkännare
ANEN	Anna Engberg
FREN	Fredrik Enzell
INRO	Ingallil Rosén
MISW	Miryam Swartling

	Utf ¹
F	Mätningen utförd med AFS För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
H	Mätningen utförd med ICP-SFMS För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
O	För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Box 511, 183 25 Täby som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
R	Mätningen utförd med ICP-AES För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
S	Mätningen utförd med ICP-SFMS För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
1	För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Box 511, 183 25 Täby som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
2	För mätningen svarar ALS Laboratory Group, Na Harfê 9/336, 190 00, Prag 9, Tjeckien, som är av det tjeckiska ackrediteringsorganet CAI ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 1163). CAI är signatär till ett MLA inom EA, samma MLA som SWEDAC är signatär till. Laboratorierna finns lokaliserade i; Prag, Na Harfê 9/336, 190 00, Praha 9, Ceska Lipa, Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa, Pardubice, V Raji 906, 530 02 Pardubice. Kontakta ALS Täby för ytterligare information.

Mätosäkerheten anges som en utvidgad osäkerhet (enligt definitionen i "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beräknad med täckningsfaktor lika med 2 vilket ger en konfidensnivå på ungefär 95%.

Mätosäkerhet från underleverantör anges oftast som en utvidgad osäkerhet beräknad med täckningsfaktor 2. För ytterligare information kontakta laboratoriet.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten gäller endast det identifierade, mottagna och provade materialet.

¹ Utförande teknisk enhet (inom ALS Scandinavia) eller anlitat laboratorium (underleverantör).

Rapport

Sida 5 (5)



T1505209

7MP32C25OOX



Beträffande laboratoriets ansvar i samband med uppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webbplats www.alsglobal.se
Den digitalt signerade PDF filen representerar originalrapporten. Alla utskrifter från denna är att betrakta som kopior.

B.5 Igelsta kraftvärmeverk

Rapport

Sida 1 (4)



T1505208

7MP2QE2FGAM



Registrerad 2015-03-26 11:36
Utfärdad 2015-04-01

Grontmij AB
Barbara Goldschmidt

205 09 Malmö
Sweden

Projekt Igelsta kraftvärmeverk
Bestnr

Analys av vatten

Er beteckning	Före NH3-membran					
Provtagare	Barbara Goldschmidt					
Labnummer	O10658245					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
Ca	5.96	0.46	mg/l	1	R	ANEN
Fe	0.166	0.012	mg/l	1	R	ANEN
K	1.14	0.08	mg/l	1	R	ANEN
Mg	0.394	0.032	mg/l	1	R	ANEN
Na	1600	117	mg/l	1	R	ANEN
Si	0.676	0.046	mg/l	1	R	ANEN
Al	308	38	µg/l	1	R	ANEN
As	10.9	1.9	µg/l	1	H	ANEN
Ba	62.0	7.9	µg/l	1	R	ANEN
Cd	0.756	0.100	µg/l	1	H	ANEN
Co	0.600	0.109	µg/l	1	H	ANEN
Cr	6.16	1.09	µg/l	1	H	ANEN
Cu	128	8	µg/l	1	R	ANEN
Hg	0.394	0.040	µg/l	1	F	ANEN
Mn	94.2	5.9	µg/l	1	R	ANEN
Mo	0.311	0.066	µg/l	1	H	ANEN
Ni	6.79	1.16	µg/l	1	H	ANEN
P	168	31	µg/l	1	H	ANEN
Pb	67.5	11.2	µg/l	1	H	ANEN
Sr	16.8	1.7	µg/l	1	R	ANEN
Zn	543	37	µg/l	1	R	ANEN
V	0.419	0.083	µg/l	1	H	ANEN
totalhårdhet*	0.925		°dH	2	1	ANEN
pH	3.4			3	O	MISW
konduktivitet	812		mS/m	4	O	MISW
sulfat	3200	480	mg/l	5	2	INRO
klorid	594	89.1	mg/l	6	2	INRO
ammoniumkväve	199	29.9	mg/l	7	2	INRO

Rapport

Sida 2 (4)



T1505208

7MP2QE2FGAM



Er beteckning	Efter NH3-membran					
Provtagare	Barbara Goldschmidt					
Labnummer	O10658246					
Parameter	Resultat	Osäkerhet ($\pm$)	Enhet	Metod	Utf	Sign
Ca	2.69	0.22	mg/l	8	R	FREN
Mg	0.212	0.018	mg/l	8	R	FREN
totalhårdhet*	0.426		°dH	2	1	FREN
pH	9.5			3	O	MISW
konduktivitet	834		mS/m	4	O	MISW
sulfat	3140	471	mg/l	5	2	INRO
klorid	641	96.1	mg/l	6	2	INRO
ammoniumkväve	42.0	6.31	mg/l	7	2	INRO

* efter parameternamn indikerar icke ackrediterad analys.

Metod	
1	Paket V-2. Bestämning av metaller utan föregående uppslutning. Provet har surgjorts med 1 ml salpetersyra (Suprapur) per 100 ml. Detta gäller dock ej prov som varit surgjort vid ankomst till laboratoriet. Analys har skett enligt EPA-metoder (modifierade) 200.7 (ICP-AES) och 200.8 (ICP-SFMS). Analys av Hg med AFS har skett enligt SS-EN ISO 17852:2008. Speciell information vid beställning av tilläggsmetaller: Vid analys av W får provet ej surgöras. Vid analys av S har provet först stabiliserats med H₂O₂. Rev 2014-01-21
2	Beräkning av vattnets hårdhet genom analys av Ca + Mg.
3	Bestämning av pH enligt SS-EN ISO 10523:2012 pH vid 25±2°C bestäms potentiometriskt med pH-meter och temperaturkompensering. Mätosäkerhet (k=2): Renvatten: ±0.14 vid pH 6.87 och ±0.22 vid pH 11 Avloppsvatten: ±0.14 vid pH 6.87 och ±0.22 vid pH 11 Rev 2013-05-14
4	Bestämning av Konduktivitet enligt SS-EN 27888 utg 1 Direkt bestämning av vattnets elektriska ledningsförmåga vid 25°C. Mätosäkerhet (k=2): Renvatten: ±7% vid 14.7 mS/m, ±7% vid 141 mS/m och ±13% vid 774 mS/m Avloppsvatten: ±9% vid 14.7 mS/m, ±9% vid 141 mS/m och ±14% vid 774 mS/m Rev 2015-03-04
5	Bestämning av sulfat med jonkromatografi enligt metod CSN EN ISO 10304-1 och CSN EN 12506. Filtrering av grumliga prover ingår i metoden. Rev 2013-09-17
6	Bestämning av klorid med jonkromatografi enligt metod CSN EN ISO 10304-1 och CSN EN 12506. Filtrering av grumliga prover ingår i metoden. Rev 2013-09-17
7	Bestämning av ammoniumkväve, NH₄-N, med spektrofotometri enligt metod baserad på CSN EN ISO 11732, CSN EN ISO 13395, CSN EN 13370 och CSN EN 12506. Filtrering av grumliga prover ingår i metoden. Rev 2013-09-18
8	Bestämning av vattnets hårdhet genom analys av Ca + Mg. Provet har surgjorts med 1 ml salpetersyra (Suprapur) per 100 ml. Detta gäller dock ej prov som varit surgjort vid ankomst till laboratoriet. Analys har skett enligt EPA-metoder (modifierade) 200.7 (ICP-AES) eller 200.8 (ICP-SFMS).

Rapport

Sida 4 (4)



T1505208

7MP2QE2FGAM



Metod
Rev 2011-03-25

	Godkännare
ANEN	Anna Engberg
FREN	Fredrik Enzell
INRO	Ingall Rosén
MISW	Miryam Swartling

	Utf
F	Mätningen utförd med AFS För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
H	Mätningen utförd med ICP-SFMS För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
O	För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Box 511, 183 25 Täby som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
R	Mätningen utförd med ICP-AES För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
1	För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Box 511, 183 25 Täby som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
2	För mätningen svarar ALS Laboratory Group, Na Harfê 9/336, 190 00, Prag 9, Tjeckien, som är av det tjeckiska ackrediteringsorganet CAI ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 1163). CAI är signatär till ett MLA inom EA, samma MLA som SWEDAC är signatär till. Laboratorierna finns lokaliserade i; Prag, Na Harfê 9/336, 190 00, Praha 9, Ceska Lipa, Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa, Pardubice, V Raji 906, 530 02 Pardubice. Kontakta ALS Täby för ytterligare information.

Mätosäkerheten anges som en utvidgad osäkerhet (enligt definitionen i "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beräknad med täckningsfaktor lika med 2 vilket ger en konfidensnivå på ungefär 95%.

Mätosäkerhet från underleverantör anges oftast som en utvidgad osäkerhet beräknad med täckningsfaktor 2. För ytterligare information kontakta laboratoriet.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten gäller endast det identifierade, mottagna och provade materialet.

Beträffande laboratoriets ansvar i samband med uppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webbplats www.alsglobal.se

Den digitalt signerade PDF filen representerar originalrapporten. Alla utskrifter från denna är att betrakta som kopior.

¹ Utförande teknisk enhet (inom ALS Scandinavia) eller anlitat laboratorium (underleverantör).

Rapport

Sida 1 (3)



L1509618

S8HIAY7B13



Registrerad 2015-04-07 14:52
Utfärdad 2015-04-10

Grontmij AB
Barbara Goldschmidt

205 09 Malmö
Sweden

Projekt

Analys: V1

Er beteckning	Före NH3-membran					
Provtagare	Barbara Goldschmidt					
Provtagningsdatum	2015-03-27					
Labnummer	U11063705					
Parameter	Resultat	Mätosäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
Filtrerad med 0,45µm före metallanalys*	Nej			1	I	KRBE
Ca	3.82	0.42	mg/l	1	R	EL
Mg	<0.5		mg/l	1	R	EL
Hårdhet*	0.53		°dH	2	I	EL
pH*	5.9			3	W	MARH
Kond.*	767		mS/m	4	W	MARH
SO ₄	3040	456	mg/l	5	1	NIBO
Cl	305	45.8	mg/l	5	1	NIBO
NH ₄ -N	293	44.0	mg/l	6	1	NIBO
Provtyp: Rök-gaskondensat						

Er beteckning	Efter NH3-membran					
Provtagare	Barbara Goldschmidt					
Provtagningsdatum	2015-03-27					
Labnummer	U11063706					
Parameter	Resultat	Mätosäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
Filtrerad med 0,45µm före metallanalys*	Nej			1	I	KRBE
Ca	2.72	0.37	mg/l	1	R	EL
Mg	<0.5		mg/l	1	R	EL
Hårdhet*	0.38		°dH	2	I	EL
pH*	9.6			3	W	MARH
Kond.*	815		mS/m	4	W	MARH
SO ₄	3270	491	mg/l	5	1	NIBO
Cl	346	51.9	mg/l	5	1	NIBO
NH ₄ -N	26.6	3.99	mg/l	6	1	NIBO

	Metod
1	Analys enligt paket V-1: Analys av vattenprov utan föregående uppslutning. Provet har surgjorts med 1 ml salpetersyra(suprapur) per 100 ml. Detta gäller dock ej prov som varit surgjort vid ankomsten till laboratoriet. Analys har skett enligt EPA-metod (modifierad) 200.7 (ICP-AES).
2	Analys har skett enligt egen metod. Beräknat resultat.
3	Analys enligt pH: SS-EN ISO 10523:2012 Tidskritisk,analys inom 24 h.
4	Analys enligt SS-EN 27 888-1 Tidskritisk, analys inom 24 timmar.
5	CZ_SOP_D06_02_068 Determination of dissolved fluoride, chloride, bromide, nitrite, nitrate and sulphate ions in water matrix by liquid chromatography of ions (based on CSN EN ISO 10304-1, CSN EN ISO 10304-2). Turbid samples will be filtrated prior to analysis.
6	Analys enligt NH4-N CSN ISO 11732, CSN ISO 13395.

	Godkännare
EL	Erik Lidman
KRBE	Kristina Berglund
MARH	Maria Hansman
NIBO	Niklas Bodén

	Utf ¹
I	Man.lnm.
R	ICP-AES
W	Våtkemi
1	För analysen svarar ALS Czech Republic, s.r.o., Na Harfe 336/9, 190 00 Prague 9, Tjeckien, som är av det tjeckiska ackrediteringsorganet CAI ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 1163). CAI är signatär till ett MLA inom EA, samma MLA som SWEDAC är signatär till.

* efter parameternamn indikerar icke ackrediterad analys.

Mätosäkerheten anges som en utvidgad osäkerhet (enligt definitionen i "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beräknad med täckningsfaktor lika med 2 vilket ger en konfidensnivå på ungefär 95%.

Mätosäkerhet från underleverantör anges oftast som en utvidgad osäkerhet beräknad med täckningsfaktor 2. För ytterligare information kontakta laboratoriet.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten gäller endast det identifierade, mottagna och provade materialet.

¹ Utförande teknisk enhet (inom ALS Scandinavia) eller anlitat laboratorium (underleverantör).

Rapport

Sida 3 (3)



L1509618

S8HIAY7B13



Beträffande laboratoriets ansvar i samband med uppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webbplats www.alsglobal.se
Den digitalt signerade PDF filen representerar originalrapporten. Alla utskrifter från denna är att betrakta som kopior.

B.6 Moskogen

Rapport

Sida 1 (4)



T1504337

7CIN2DEU5F



Registrerad 2015-03-16 13:29
Utfärdad 2015-03-20

Grontmij AB
Barbara Goldschmidt

205 09 Malmö
Sweden

Projekt Kalmar
Bestnr

Analys av vatten

Er beteckning	Före NH3-stripper 2015-03-09					
Provtagare	Barbara Goldschmidt					
Labnummer	O10655623					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
Ca	0.493	0.088	mg/l	1	R	ANEN
Mg	<0.09		mg/l	1	R	ANEN
totalhårdhet*	<0.1		°dH	2	1	ANEN
pH	9.0			3	O	ANMA
konduktivitet	95.9		mS/m	4	O	ANMA
sulfat	40.8	6.11	mg/l	5	2	MB
klorid	9.74	1.46	mg/l	6	2	MB
ammoniumkväve	78.6	11.8	mg/l	7	2	MB
konduktivitet: Analys har ej skett inom rekommenderad tid från provtagning						
pH: Analys har ej skett inom rekommenderad tid från provtagning						

Er beteckning	Efter NH3-stripper 2015-03-09					
Provtagare	Barbara Goldschmidt					
Labnummer	O10655624					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
Ca	0.443	0.083	mg/l	1	R	ANEN
Mg	<0.09		mg/l	1	R	ANEN
totalhårdhet*	<0.1		°dH	2	1	ANEN
pH	10.8			3	O	ANMA
konduktivitet	222		mS/m	4	O	ANMA
sulfat	50.4	7.56	mg/l	5	2	MB
klorid	13.9	2.09	mg/l	6	2	MB
ammoniumkväve	7.82	1.17	mg/l	7	2	MB
konduktivitet: Analys har ej skett inom rekommenderad tid från provtagning						
pH: Analys har ej skett inom rekommenderad tid från provtagning						

Rapport

Sida 2 (4)



T1504337

7CIN2DETU5F



Er beteckning	Före NH3-stripper 2015-03-11					
Provtagare	Barbara Goldschmidt					
Labnummer	O10655625					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
Ca	0.445	0.083	mg/l	1	R	ANEN
Mg	<0.09		mg/l	1	R	ANEN
totalhårdhet*	<0.1		°dH	2	1	ANEN
pH	8.9			3	O	ANMA
konduktivitet	99		mS/m	4	O	ANMA
sulfat	105	15.8	mg/l	5	2	MB
klorid	15.5	2.32	mg/l	6	2	MB
ammoniumkväve	82.4	12.4	mg/l	7	2	MB
konduktivitet: Analys har ej skett inom rekommenderad tid från provtagning						
pH: Analys har ej skett inom rekommenderad tid från provtagning						

Er beteckning	Efter NH3-stripper 2015-03-11					
Provtagare	Barbara Goldschmidt					
Labnummer	O10655626					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
Ca	0.442	0.084	mg/l	1	R	ANEN
Mg	<0.09		mg/l	1	R	ANEN
totalhårdhet*	<0.1		°dH	2	1	ANEN
pH	10.2			3	O	ANMA
konduktivitet	152		mS/m	4	O	ANMA
sulfat	102	15.4	mg/l	5	2	MB
klorid	13.5	2.02	mg/l	6	2	MB
ammoniumkväve	19.3	2.89	mg/l	7	2	MB
konduktivitet: Analys har ej skett inom rekommenderad tid från provtagning						
pH: Analys har ej skett inom rekommenderad tid från provtagning						

Rapport

Sida 3 (4)



T1504337

7CIN2DEU5F



* efter parameternamn indikerar icke ackrediterad analys.

Metod	
1	Bestämning av vattnets hårdhet genom analys av Ca + Mg. Provet har surgjorts med 1 ml salpetersyra (Suprapur) per 100 ml. Detta gäller dock ej prov som varit surgjort vid ankomst till laboratoriet. Analys har skett enligt EPA-metoder (modifierade) 200.7 (ICP-AES) eller 200.8 (ICP-SFMS). Rev 2011-03-25
2	Beräkning av vattnets hårdhet genom analys av Ca + Mg.
3	Bestämning av pH enligt SS-EN ISO 10523:2012 pH vid 25±2°C bestäms potentiometriskt med pH-meter och temperaturkompensering. Mätosäkerhet (k=2): Renvatten: ±0.14 vid pH 6.87 och ±0.22 vid pH 11 Avloppsvatten: ±0.14 vid pH 6.87 och ±0.22 vid pH 11 Rev 2013-05-14
4	Bestämning av Konduktivitet enligt SS-EN 27888 utg 1 Direkt bestämning av vattnets elektriska ledningsförmåga vid 25°C. Mätosäkerhet (k=2): Renvatten: ±7% vid 14.7 mS/m, ±7% vid 141 mS/m och ±13% vid 774 mS/m Avloppsvatten: ±9% vid 14.7 mS/m, ±9% vid 141 mS/m och ±14% vid 774 mS/m Rev 2015-03-04
5	Bestämning av sulfat med jonkromatografi enligt metod CSN EN ISO 10304-1 och CSN EN 12506. Filtrering av grumliga prover ingår i metoden. Rev 2013-09-17
6	Bestämning av klorid med jonkromatografi enligt metod CSN EN ISO 10304-1 och CSN EN 12506. Filtrering av grumliga prover ingår i metoden. Rev 2013-09-17
7	Bestämning av ammoniumkväve, NH ₄ -N, med spektrofotometri enligt metod baserad på CSN EN ISO 11732, CSN EN ISO 13395, CSN EN 13370 och CSN EN 12506. Filtrering av grumliga prover ingår i metoden. Rev 2013-09-18

	Godkännare
ANEN	Anna Engberg
ANMA	Anna Malmvärn
MB	Maria Bigner

Rapport

Sida 4 (4)



T1504337

7CIN2DEU5F



Utf ¹	
O	För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Box 511, 183 25 Täby som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
R	Mätningen utförd med ICP-AES För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
1	För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Box 511, 183 25 Täby som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
2	För mätningen svarar ALS Laboratory Group, Na Harfê 9/336, 190 00, Prag 9, Tjeckien, som är av det tjeckiska ackrediteringsorganet CAI ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 1163). CAI är signatär till ett MLA inom EA, samma MLA som SWEDAC är signatär till. Laboratorierna finns lokaliserade i; Prag, Na Harfê 9/336, 190 00, Praha 9, Ceska Lipa, Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa, Pardubice, V Raji 906, 530 02 Pardubice. Kontakta ALS Täby för ytterligare information.

Mätosäkerheten anges som en utvidgad osäkerhet (enligt definitionen i "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beräknad med täckningsfaktor lika med 2 vilket ger en konfidensnivå på ungefär 95%.

Mätosäkerhet från underleverantör anges oftast som en utvidgad osäkerhet beräknad med täckningsfaktor 2. För ytterligare information kontakta laboratoriet.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten gäller endast det identifierade, mottagna och provade materialet.

Beträffande laboratoriets ansvar i samband med uppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webbplats www.alsglobal.se

Den digitalt signerade PDF filen representerar originalrapporten. Alla utskrifter från denna är att betrakta som kopior.

¹ Utförande teknisk enhet (inom ALS Scandinavia) eller anlitat laboratorium (underleverantör).

B.7 Bomhus

Rapport

Sida 1 (3)



T1510601

Y0TIXPV121



Registrerad **2015-06-04 16:30**
Utfärdad **2015-06-17**

Grontmij AB
Barbara Goldschmidt

205 09 Malmö
Sweden

Projekt
Bestnr **Bomhus Energi**

Analys av vatten

Er beteckning	Före recipient					
Provtagare	Rökgaskondensat					
	Barbara Goldschmidt					
Labnummer	O10677037					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
Ca	0.308	0.065	mg/l	1	R	FREN
Mg	<0.09		mg/l	1	R	FREN
totalhårdhet*	<0.1		°dH	2	1	FREN
sulfat	<5.00		mg/l	3	2	MB
klorid	<1.00		mg/l	4	2	MB
ammoniumkväve	24.4	3.67	mg/l	5	2	MB
pH	7.5			6	O	MISW
konduktivitet	29.5		mS/m	7	O	MISW

Rapport

Sida 2 (3)



T1510601

Y0TIXPV121



* efter parameternamn indikerar icke ackrediterad analys.

	Metod
1	Analys av Ca + Mg. Provet har surgjorts med 1 ml salpetersyra (Suprapur) per 100 ml. Detta gäller dock ej prov som varit surgjort vid ankomst till laboratoriet. Analys med ICP-SFMS har skett enligt SS EN ISO 17294-1, 2 (mod) samt EPA-metod 200.8 (mod). Analys med ICP-AES har skett enligt SS EN ISO 11885 (mod) samt EPA-metod 200.7 (mod). Rev 2015-04-24
2	Beräkning av vattnets hårdhet genom analys av Ca + Mg.
3	Bestämning av sulfat med jonkromatografi enligt metod CSN EN ISO 10304-1 och CSN EN 12506. Filtrering av grumlige prover ingår i metoden. Rev 2013-09-17
4	Bestämning av klorid med jonkromatografi enligt metod CSN EN ISO 10304-1 och CSN EN 12506. Filtrering av grumlige prover ingår i metoden. Rev 2013-09-17
5	Bestämning av ammoniumkväve, $\text{NH}_4\text{-N}$, med spektrofotometri enligt metod baserad på CSN EN ISO 11732, CSN EN ISO 13395, CSN EN 13370 och CSN EN 12506. Filtrering av grumlige prover ingår i metoden. Rev 2013-09-18
6	Bestämning av pH enligt SS-EN ISO 10523:2012 pH vid $25 \pm 2^\circ\text{C}$ bestäms potentiometriskt med pH-meter och temperaturkompensering. Mätosäkerhet ($k=2$): Renvatten: ± 0.14 vid pH 6.87 och ± 0.22 vid pH 11 Avloppsvatten: ± 0.14 vid pH 6.87 och ± 0.22 vid pH 11 Rev 2013-05-14
7	Bestämning av Konduktivitet enligt SS-EN 27888 utg 1 Direkt bestämning av vattnets elektriska ledningsförmåga vid 25°C . Mätosäkerhet ($k=2$): Renvatten: $\pm 9\%$ vid 14.7 mS/m, $\pm 7\%$ vid 141 mS/m och $\pm 13\%$ vid 774 mS/m Avloppsvatten: $\pm 11\%$ vid 14.7 mS/m, $\pm 9\%$ vid 141 mS/m och $\pm 14\%$ vid 774 mS/m Rev 2015-06-12

	Godkännare
FREN	Fredrik Enzell
MB	Maria Bigner
MISW	Miryam Swartling

Rapport

Sida 3 (3)



T1510601

Y0TIXPV121



Utf ¹	
O	För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Box 511, 183 25 Täby som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
R	Mätningen utförd med ICP-AES För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
1	För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Box 511, 183 25 Täby som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
2	För mätningen svarar ALS Laboratory Group, Na Harfê 9/336, 190 00, Prag 9, Tjeckien, som är av det tjeckiska ackrediteringsorganet CAI ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 1163). CAI är signatär till ett MLA inom EA, samma MLA som SWEDAC är signatär till. Laboratorierna finns lokaliserade i; Prag, Na Harfê 9/336, 190 00, Praha 9, Česká Lípa, Bendlova 1687/7, 470 03 Česká Lípa, Pardubice, V Ráji 906, 530 02 Pardubice. Kontakta ALS Täby för ytterligare information.

Mätosäkerheten anges som en utvidgad osäkerhet (enligt definitionen i "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beräknad med täckningsfaktor lika med 2 vilket ger en konfidensnivå på ungefär 95%.

Mätosäkerhet från underleverantör anges oftast som en utvidgad osäkerhet beräknad med täckningsfaktor 2. För ytterligare information kontakta laboratoriet.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten gäller endast det identifierade, mottagna och provade materialet.

Beträffande laboratoriets ansvar i samband med uppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webbplats www.alsglobal.se

Den digitalt signerade PDF filen representerar originalrapporten. Alla utskrifter från denna är att betrakta som kopior.

¹ Utförande teknisk enhet (inom ALS Scandinavia) eller anlitat laboratorium (underleverantör).

Rapport

Sida 1 (3)



T1511499

YIZMUWIWEH



Registrerad **2015-06-15 10:34**
Utfärdad **2015-06-23**

Grontmij AB
Barbara Goldschmidt

205 09 Malmö
Sweden

Projekt
Bestnr **Bomhus Energi**

Analys av vatten

Er beteckning	Före recipient					
Provtagare	Rökgaskondensat					
	Barbara Goldschmidt					
Labnummer	O10680201					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
Ca	11.7	1.5	mg/l	1	R	ANEN
Mg	1.14	0.14	mg/l	1	R	ANEN
totalhårdhet*	1.90		°dH	2	1	ANEN
sulfat	11.4	1.70	mg/l	3	2	STGR
klorid	11.3	1.69	mg/l	4	2	STGR
ammoniumkväve	55.6	8.35	mg/l	5	2	STGR
pH	7.7			6	O	JOTA
konduktivitet	53.8		mS/m	7	O	JOTA
konduktivitet: Analys har ej skett inom rekommenderad tid från provtagning						
pH: Analys har ej skett inom rekommenderad tid från provtagning						

* efter parameternamn indikerar icke ackrediterad analys.

Metod	
1	Analys av Ca + Mg. Provet har surgjorts med 1 ml salpetersyra (Suprapur) per 100 ml. Detta gäller dock ej prov som varit surgjort vid ankomst till laboratoriet. Analys med ICP-SFMS har skett enligt SS EN ISO 17294-1, 2 (mod) samt EPA-metod 200.8 (mod). Analys med ICP-AES har skett enligt SS EN ISO 11885 (mod) samt EPA-metod 200.7 (mod). Rev 2015-04-24
2	Beräkning av vattnets hårdhet genom analys av Ca + Mg.
3	Bestämning av sulfat med jonkromatografi enligt metod CSN EN ISO 10304-1 och CSN EN 12506. Filtrering av grumliga prover ingår i metoden. Rev 2013-09-17
4	Bestämning av klorid med jonkromatografi enligt metod CSN EN ISO 10304-1 och CSN EN 12506. Filtrering av grumliga prover ingår i metoden. Rev 2013-09-17
5	Bestämning av ammoniumkväve, NH₄-N, med spektrofotometri enligt metod baserad på CSN EN ISO 11732, CSN EN ISO 13395, CSN EN 13370 och CSN EN 12506. Filtrering av grumliga prover ingår i metoden. Rev 2013-09-18
6	Bestämning av pH enligt SS-EN ISO 10523:2012 pH vid 25±2°C bestäms potentiometriskt med pH-meter och temperaturkompensering. Mätosäkerhet (k=2): Renvatten: ±0.14 vid pH 6.87 och ±0.22 vid pH 11 Avloppsvatten: ±0.14 vid pH 6.87 och ±0.22 vid pH 11 Rev 2013-05-14
7	Bestämning av Konduktivitet enligt SS-EN 27888 utg 1 Direkt bestämning av vattnets elektriska ledningsförmåga vid 25°C. Mätosäkerhet (k=2): Renvatten: ±9% vid 14.7 mS/m, ±7% vid 141 mS/m och ±13% vid 774 mS/m Avloppsvatten: ±11% vid 14.7 mS/m, ±9% vid 141 mS/m och ±14% vid 774 mS/m Rev 2015-06-12

	Godkännare
ANEN	Anna Engberg
JOTA	Joanna Tagai
STGR	Sture Grägg

Rapport

Sida 3 (3)



T1511499

YIZMUWIWEH



Utf ¹	
O	För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Box 511, 183 25 Täby som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
R	Mätningen utförd med ICP-AES För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
1	För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Box 511, 183 25 Täby som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
2	För mätningen svarar ALS Laboratory Group, Na Harfê 9/336, 190 00, Prag 9, Tjeckien, som är av det tjeckiska ackrediteringsorganet CAI ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 1163). CAI är signatär till ett MLA inom EA, samma MLA som SWEDAC är signatär till. Laboratorierna finns lokaliserade i; Prag, Na Harfê 9/336, 190 00, Praha 9, Ceska Lipa, Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa, Pardubice, V Raji 906, 530 02 Pardubice. Kontakta ALS Täby för ytterligare information.

Mätosäkerheten anges som en utvidgad osäkerhet (enligt definitionen i "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beräknad med täckningsfaktor lika med 2 vilket ger en konfidensnivå på ungefär 95%.

Mätosäkerhet från underleverantör anges oftast som en utvidgad osäkerhet beräknad med täckningsfaktor 2. För ytterligare information kontakta laboratoriet.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten gäller endast det identifierade, mottagna och provade materialet.

Beträffande laboratoriets ansvar i samband med uppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webbplats www.alsglobal.se

Den digitalt signerade PDF filen representerar originalrapporten. Alla utskrifter från denna är att betrakta som kopior.

¹ Utförande teknisk enhet (inom ALS Scandinavia) eller anlitat laboratorium (underleverantör).

MINSKNING AV AMMONIUMHALT I RÖKGASKONDENSAT

I denna rapport diskuteras erfarenheter av ammoniakavskiljning från biobränsle- och avfallseldade anläggningar. Erfarenheterna visar att alla de studerade teknikerna har potential att klara en reningsgrad på 90% eller högre.

Ett nytt steg i energiforskningen

Energiforsk är en forsknings- och kunskapsorganisation som samlar stora delar av svensk forskning och utveckling om energi. Målet är att öka effektivitet och nyttiggörande av resultat inför framtida utmaningar inom energiområdet. Vi verkar inom ett antal forskningsområden, och tar fram kunskap om resurseffektiv energi i ett helhetsperspektiv – från källan, via omvandling och överföring till användning av energin. www.energiforsk.se



Energiforsk