



RAPPORT

Author
Hans Norrström
Phone
+46-10-505 1387
Mobile
+46706551757
E-mail
hans.norrstrom@afconsult.com

Date
03/01/2019
Project ID

Client
Skogsindustrierna

Kommentarer till NV:s skrivelse "Luftvårdsprogrammet – förslag till strategi för renare luft i Sverige"

ÅF Industry AB
Forest Industry Environment

Mårten Krogerus

Hans Norrström



RAPPORT

1 Bakgrund

En ny luftvårdsförordning (2018:740) för genomförande av bestämmelserna i EU:s takdirektiv (2016/2284/EU) trädde i kraft 1 juli 2018. Naturvårdsverket har, i samarbete med andra berörda myndigheter, tagit fram ett underlag inför regeringens beslut om nationellt luftvårdsprogram i "Luftvårdsprogrammet – förslag till strategi för renare luft i Sverige" version 2018-11-14 ("Programmet").

Programmets syfte är att redovisa ett förslag för hur Sverige ska nå sina åtaganden om utsläppsminskningar av olika luftföroreningar. Programmet skall uppdateras minst vart fjärde år.

Programmet har sänts på remiss till bland andra Skogsindustrierna. Skogsindustrierna har uppdragit åt ÅF-Industry AB ("ÅF") att bedöma och kommentera Programmet vad gäller den tekniska genomförbarheten.

Kontaktperson vid Skogsindustrierna är Christina Wiklund och på ÅF, Hans Norrström. Ann-Mari Carlsson och Hans Norrström har gjort det tekniska arbetet.

Nedan redovisas några kommentarer till de avsnitt i Programmet som berör skogsindustrins (främst massa- och pappersindustrins) utsläpp av kväveoxider - NOx.

2 Övergripande kommentarer till Programmet

Enligt Programmet (i Tabell 2) är det totala svenska åtagandet till år 2020 beträffande utsläpp av NOx redan uppfyllt enligt gjord utsläppsinventering och prognos. För år 2030 "fattas" totalt 12 000 ton per år enligt gjorda prognoser.

Eventuella åtgärder beträffande NOx från massa- och pappersindustrin (och från andra källor) skall alltså i första hand ses i tidsperspektivet 2019 – 2030 (10 – 11 år).

Massa- och pappersindustrin har redan idag hunnit långt vad gäller att implementera känd och etablerad processteknik för att minska utsläpp av NOx. Förväntad ytterligare minskning av utsläppen på denna väg är därför ringa och fortsatt betydande reduktion torde kräva ny teknik.

I Programmet diskuteras åtgärder som idag inte är etablerad teknik och inte utprovade i normal drift i industrin. Man kan inte heller utesluta att helt ny teknik kan komma att behövas. Mot den bakgrunden är en tidshorisont på 10 – 11 år mycket kort. Effekter av och kostnader för åtgärderna är inte heller kända. Flera av de åtgärder som diskuteras i Programmet, vad gäller massa- och pappersindustrin, skulle emellertid innebära betydande ingrepp i anläggningar och kan därmed bedömas medföra stora investeringar.

På flera punkter i Programmet framhålls att underlag saknas och redan i Programmets Sammanfattning skrivs; "Kostnaderna för att minska utsläppen av NOx har inte fullt ut kunnat uppskattas utan behöver utredas vidare."

Det framgår inte av Programmet vid vilken produktion av massa- och papper som utsläppen och de ekonomiska konsekvenserna beräknats. Flera faktorer talar för att produktionen av sulfatmassa kommer att vara högre år 2030 än vad den var år 2016



RAPPORT

(som i flera fall används som referensår i Programmet). Om så blir fallet kommer det att vara än mer utmanande att nå de i Programmet förväntade resultaten.

3 Bildning av NO_x vid förbränning i sodapannor och mesaugnar

Kväveoxider, NO_x, bildas i större eller mindre utsträckning vid all förbränning. Tre typer av bildning sker; bränsle NO_x, prompt NO_x och termisk NO_x.

Bränsle NO_x bildas när kväveföreningar i bränslet reagerar med syre vid förbränningen. Prompt NO_x bildas genom att kolväten från bränslet reagerar med kvävet i förbränningsluften och ger en kväveradikal som sedan oxideras till NO_x. Reaktionen mellan kolvätet och luftens kväve sker vid syreunderskott. Termisk NO_x bildas när förbränningsluftens syre och kväve reagerar med varandra vilket inte sker i större utsträckning förrän vid temperaturer över 1200 – 1300 °C.

Undersökningar har visat att den viktigaste reaktionen för utsläpp från sodapannor är bränsle NO_x. Prompt NO_x och termisk NO_x bidrar endast i liten utsträckning till NO_x utsläppen från sodapannor.

Detta betyder att om mer kväveföreningar tillförs sodapanna tex med svartlut från sulfatkokning av lövved (som vanligen innehåller mer kväve än barrved), med bioslam från en biorening eller med luktgaser och metanol tenderar NO_x utsläppen från pannan att öka.

I mesaugnar är betydelsen av termisk NO_x större än i sodapannor eftersom maxtemperaturen i ugnen kan uppgå till 1500 – 1600 °C. Bränsle NO_x bidrar även i mesaugnar till NO_x utsläppen, dvs bränslets innehåll av kväve påverkar utsläppen, men prompt NO_x har liten betydelse i mesaugnar.

4 Åtgärdsområde 2 – kväveoxider, industrisektorn

4.1 NO_x-1 Förbättrad rökgasrening på existerande förbränningsanläggningar

Delprogrammet NO_x-1 omfattar alla typer av förbränningsanläggningar (energipannor) i el- och fjärrvärmesektorn och i industrin. I skogsindustrin (sågverk och massa- och pappersindustri) finns förbränningsanläggningar främst som biobränslepannor. Skogsindustrins pannor är, till skillnad från pannor inom el- och fjärrvärmesektorn, lasttagande vilket betyder att pannornas värmeproduktionen anpassas till variationer i sågverkens eller brukens produktion. Detta medför att pannorna drivs med stora variationer i last vilket resulterar i betydande svårigheter att optimera förbränningen med avseende på låga utsläpp av NO_x. Detta gäller oavsett om luft- eller SNCR-system används för att minska utsläppen.

Endast få av massa- och pappersindustrins stora fastbränslepannor har SNCR system installerade och dessa system ger här inte samma effekt som i fjärrvärmepannorna som körs med betydligt mer stabil last. Fjärrvärmepannor har ofta även rökgaskondensering som fungerar som en skrubber och minskar NO_x utsläppen och även ammoniakslip (från ett SNCR system). Bara enstaka pannor i skogsindustrin har rökgaskondensering eftersom det i allmänhet inte finns användning för det lågvärdiga värme som genereras



RAPPORT

med kondensering. Skogsindustrins pannor kan därmed inte nå samma låga utsläppsnivå som pannorna i värmekraftsektorn.

Skogsindustrins pannor är i drift en stor del av året varför tillfällena till ombyggnader är färre och kortare än för fjärrvärmepannor som normalt står under den varma delen av året.

Utsläppen från massa- och pappersindustrins ångpannor låg på nivån 4 500 ton år 1997 och har halverats till ca 2 200 ton år 2017 (källa Naturvårdsverket). Mellan 2010 och 2017 minskade utsläppen med ca 1 500 ton vilket kan tillskrivas en fortgående energieffektivisering men även till stor del att produktionen i tidningspappersbruken har minskat. Detta är att se som en engångshändelse och produktionen av trähaltiga papper kan nu bedömas ha stabiliserats och motsvarande kraftiga minskning inte upprepas.

El- och fjärrvärmebranschens utsläpp år 2016 var enligt Programmet 12 000 ton.

I Programmet konstateras att många av pannorna (av totalt antal i Sverige) har luftsystem som är utformade för att minska NO_x utsläppen och många har även SNCR system. I programmet bedöms att det fortfarande finns anläggningar där utsläppen kan minskas men man konstaterar samtidigt att val av reningsteknik och kostnader för installation beror på en mängd faktorer och att mer underlag krävs (för att bättre kunna bedöma potentialen).

Trots dessa reservationer uppskattar man att en betydande minskning av NO_x utsläppen, 1 000 till 3 000 ton, är möjlig. Som framgår av ovanstående torde endast en liten del av denna minskning kunna komma från skogsindustrin.

4.2 NO_x-2 Förbättrad rening i sodapannor

Även i detta avsnitt framhålls i programmet att vilken reningsteknik som är lämpligast beror av anläggningarnas olika förutsättningar. Vidare att en mer detaljerad analys krävs för att kunna bedöma kostnaden för hela beståndet och att det i vissa fall krävs teknikutveckling – med osäker utgång kan tilläggas.

Av de tekniker som nämns, optimerade luftregister, SCR- och SNCR-teknik samt rökgasskrubber, är endast optimerade luftregister etablerad "bästa teknik" enligt BREF. Den tillämpas regelmässigt vid nybyggnad av sodapannor och där så är möjligt, och bedöms gynnsamt för NO_x reduktion, vid ombyggnad av pannor. Flertalet av de svenska sodapannorna har idag luftsystem som byggts/byggs om för optimerade förbränningsbetingelser och för begränsning av NO_x utsläpp. SCR-teknik och skrubber med klordioxid har endast testats i korta försök i pilotanläggningar kopplade till sodapannor. SNCR-teknik har testats i korta försök i full skala.

Arbeten inom skogsindustrins gemensamma forskningsstiftelse, "SSVL", har utvärderat samtliga tekniker. I dessa har konstaterats att för befintliga pannor kan ombyggnad av luftregister oftast ge en reduktion av NO_x, dock inte alltid och med varierande resultat. Möjlig reduktion beror av pannans konstruktion och driftsbetingelser. I vissa fall är en ombyggnad inte möjlig på grund av pannhusets konstruktion och/eller begränsat utrymme kring pannan. Det har även förekommit att pannor byggts om men där man i efterhand har tvingats konstaterat att det inte är möjligt att utnyttja möjligheterna till optimerad lufttillförsel.

För SCR-teknik och klordioxidskrubber gäller att i en befintlig panna krävs mycket stora ombyggnader som i vissa fall på grund av platsbrist kan vara omöjliga att genomföra.



RAPPORT

Både vid ny- och ombyggnad innebär dessa tekniker mycket stora investeringskostnader. För bägge teknikerna tillkommer driftskostnader. Bägge alternativen är oprövade på sodapannor i kommersiell drift.

För SNCR teknik genomför SSVL (2018 - 2019) en studie med mål att bedöma säkerhetsaspekterna vid användning av ammoniak i vätskeform eller löst i vatten som reduktionsmedel för NO_x i sodapannor. Arbetet beräknas i denna fas vara avslutat under våren 2019.

Enligt BAT Ref dokumentet gäller att när sodapannor eldas med svartlut från barrveds- och lövvedssulfatkokning med torrhalt under 75 % skall BAT-AEL värden i intervallet 0,8 – 1,4 kg NO_x/ton massa tillämpas. För svartlut med torrhalt 75 – 83 % gäller BAT-AEL värden för barrved 1,0 – 1,6 och för lövved 1,0 -1,7 kg NO_x/ton massa. Dessa nivåer skall uppnås genom användning av etablerad, "bästa teknik" vilket för NO_x reduktion för sodapannor alltså är optimerad förbränning.

SCR, SNCR och skrubber med klordioxid är inte "bästa teknik" enligt BAT Ref dokumentet.

I Programmet har man i bedömningen av potentialen för NO_x reduktion utgått från att alla sodapannor skall uppnå den lägre BAT gränsen på 0,8 kg NO_x/ton massa.

En första invändning mot denna kalkyl är att anledningen till att BAT-AEL värdena ges som intervall baseras på data och erfarenheter. Inte ens pannor som byggt nya eller byggts om kan förutsättas nå den lägre gränsen genom optimerad förbränning (eldning och luftregister) bland annat på grund av kringfaktorer (se nedan).

Nästa invändning mot kalkylen är att många sodapannor eldas med svartlut som har en torrhalt över 75 % varför kalkylen för dem skall baseras på ett lägsta värde av 1 kg NO_x per ton massa (men även här ges ett intervall). Successivt torde allt fler pannor eldas med svartlut med högre torrhalt bland annat för att uppnå en högre energieffektivitet.

En tredje invändning är att när värden ges per ton massa måste hänsyn tas till massautbytet i sulfatkoket. En sulfatfabrik som producerar sulfatmassa i högt utbyte för tex liner får vid samma mängd torrsbstans i svartluten fler ton massa att beräkna utsläppet på vilket beräkningsmässigt leder till lägre värden för NO_x per ton massa

Det motsatta gäller fabriker som producerar massa i lägre utbyte, blekt massa och derivatmassa, där värdet för NO_x per ton massa blir högt genom att massamängden vid en viss torrsbstansmängd i svartluten blir lägre. Fabriker som i tillägg till luten från sulfatmassatillverkningen förbränner lut från tillverkning av NSSC- eller CTMP- massa får ett tillskott av lut och därmed även utsläpp av NO_x som om det slås ut på produktionen av sulfatmassa ger högre NO_x värden. NSSC- och CTMP-lutarna tillför också sodapannan mer kväve.

I **Tabell 4.1** nedan, som bygger på data från Skogsindustriernas databas, ges exempel på detta för fabriker med olika typer av produktion. Inom varje kategori finns en spridning i värden.



RAPPORT

Tabell 4.1 Beräknade, specifika NO_x utsläpp från sodapannor vid sulfatfabriker med olika typer av tillverkning. Data för 2017 (källa Skogsindustriernas Miljödatabas)

Typ av tillverkning	NO _x , kg/ton a)	
	Medelvärde	Spridning
Linermassa	0,7	0,7 – 0,8
Blekt och oblekt sulfatmassa (barrved, lövved)	1,1	0,9 – 1,4
Sulfatmassa NSSC/CTMP	1,2	1,1 – 1,2
Derivatmassa (två anläggningar)b)	1,7	1,4 – 1,9

a) Räknat per ton producerad sulfatmassa

b) Varav en sulfatfabrik med sodapanna

Diskussionen och tabellen leder till följande slutsatser:

- ✓ Beroende på typ av massatillverkning blir NO_x utsläppet beräknat per ton massa olika även vid jämförbar nivå på åtgärder för NO_x reduktion
- ✓ Även för fabriker med likartad tillverkning kan uppnåelig nivå för NO_x utsläpp skilja beroende på lokala faktorer som pannans utformning mm – vilket i BAT ref avspeglas i att BAT-AEL anges som intervall
- ✓ Högre luttorrhalt ger högre energieffektivitet men kan innebära ökade specifika utsläpp av NO_x, vilket innebär en konflikt mellan målen minskade utsläpp och energieffektivisering

Dessa slutsatser och även skrivningen i BAT Ref visar att den ansats som Naturvårdsverket gjort är alltför förenklad och ger en alltför positiv bedömning av vilken fortsatt reduktion av NO_x utsläppen som skulle kunna uppnås med etablerad teknik.

SCR, skrubber och SNCR för reduktion av NO_x

SCR-metoden

SCR metoden bygger på att ammoniak sprutas in i sodapannans rökgas som sedan passerar en katalysator där NO_x omvandlas till kvävgas. Temperaturen i katalysatorn skall vara ca 300 °C. För att minimera igensättning av katalysatorn måste rökgasen vara så fri från stoft som möjligt vilket betyder att den först måste renas i ett elektrofilter. I dagens sodapannor sitter elektrofiltret efter överhettaren vilket betyder att rökgastemperaturen efter filtret är för låg för att reaktionen skall ske. Rökgasen måste alltså återvärmas vilket leder till att förutom kostnaden för ammoniakillsats och ökad energiförbrukning för rökgasfläktar, uppstår kostnader för återvärmning.

Vid nybyggnad skulle en sodapanna kunna arrangeras med hetelektrofilter, SCR katalysator och uppdelad ekonomiser så att behovet att återvärma rökgasen bortfaller. Den ökade investeringskostnaden för sodapannan på grund av dessa omkonstruktioner



RAPPORT

i relation till den vanliga tekniken har av SSVL (år 2010) beräknats uppgå till ca 150 MSEK för en sulfatfabrik med kapacitet på ca 500 000 ton/år. Till detta kommer även i detta fall driftskostnader för underhåll, ammoniak, påfyllning av katalysator och ökad energiförbrukning i rökgasfläktarna.

I en befintlig fabrik bedöms det inte möjligt att arrangera om ekonomisarar, dra om rökgaskanaler, bygga hetelektrofilter och katalysator. Detta beror på att det ofta är trångt i äldre, befintliga fabriker och att de betydande tillbyggnader och kompletteringar som krävs ofta skulle innebära att belastningen på pannhuskonstruktionen blir för hög.

SCR-metoden har i studerats i ett försök där en pilotanläggning kopplades till en liten delström rökgas efter elektrofiltren från en kommersiell sodapanna. Det kritiska för SCR-metodens effektivitet vid NO_x reduktion är att hålla den aktiva ytan fri från igensättningar och deaktivering. Vid utvärderingen av försöken räknade man med 80 % reduktion av NO_x och en tillgänglighet på 95 % - totalt således ca 75 % NO_x reduktion. Hur katalysatorns aktivitet kan vidmakthållas över tid och hur igensättning kan förhindras finns emellertid ingen erfarenhet av vid sulfatfabriker.

Sammanfattningsvis kan man konstatera att:

- ✓ SCR-tekniken är oprövad i full skala för sodapannor och inte kommersiellt tillgänglig
- ✓ Torde inte kunna tillämpas på befintliga sodapannor
- ✓ Innebär hög investerings- och driftkostnad
- ✓ Har stor teknisk risk med avseende på tillgänglighet och därmed på NO_x reduktion

Skrubber med klordioxid

Vid skrubbing av sodahusets rökgaser med klordioxid bedöms en hög avskiljningsgrad av kväveoxider, ca 90 %, kunna uppnås med ett tvåstegs skrubbersystem. I det första skrubbersteget reagerar NO med klordioxid och NO₂ bildas (samt salpetersyra och saltsyra). I det andra steget tillsätts natriumsulfit som reagerar med NO₂ under bildning av kvävgas. Investeringskostnaden har bedömts (SSVL år 2010) till ca 220 MSEK för en massafabrik på 500 000 ton/år dvs cirka 50 % mer än för SCR metoden.

Klordioxidskrubbing har undersökts i pilotutrustning kopplad till en liten delström rökgas från en kommersiell sodapanna. Frågor som inte har utvärderats är hur fullstora skrubbrar skall konstrueras och i vilka material. En annan fråga som inte kan belysas i försök i mindre skala är den långsiktiga tillgängligheten på systemet. Vissa bruk (tillverkning av oblekt- och TCF-massa) har inte klordioxidgenerering och andra ingen överskottskapacitet för klordioxid.

För skrubberlösningar finns problemet med att hantera det kvävehaltiga avloppet från rökgasreningen. Det är inte säkert att lösningen från skrubbern kan tillföras fabriken avlopp och avloppsrening. Med tanke på kväve- och kloridhalten i lösningen kan det bedömas olämpligt och riskabelt att återföra den till fabriken återvinningssystem.

De sammanfattande synpunkterna på skrubber med klordioxid är desamma som för SCR-tekniken:

- ✓ Tekniken är i full skala oprövad för sodapannor och inte kommersiellt tillgänglig
- ✓ Hög investerings- och driftkostnad



RAPPORT

- ✓ Stor teknisk risk med avseende på tillgänglighet och därmed på NO_x reduktion
- ✓ Svårighet att hantera avskild skrubbervätska. Om det inte finns lämplig avsättning för avskilt kväve kan en minskning av luftutsläppet leda till ökade utsläpp till vatten

SNCR-metoden

Selective Non Catalytic Reduction (SNCR) genom insprutning av ammoniak eller urea i vattenlösning i sodapannan har undersökts i några korttidsförsök i fabrik. Försöken visade att en reduktion på upp till ca 25 % av summa kväveutsläpp kan uppnås om ammoniakslip kan behärskas/minimeras. Försöken visar på betydande variabilitet och under flera försök har noterats att ingen reduktion eller till och med en ökning av kväveutsläpp skedde.

För att få optimal effekt samt för att minimera mängden oreagerad ammoniak ("slip") som går ut med rökgasen skall tillsatsen ske vid 900 – 1 000 °C. Vidare skall tillsatsen täcka in hela pannans tvärsnitt. Resultaten från genomförda försök visar att det inte går att stabilt uppnå en hög reduktion beroende på svårigheten att vid varierande driftsbetingelser tillsätta ammoniak i rätt temperaturzon i pannan och att erhålla en god täckning av pannans tvärsnitt. Sodapannornas driftförhållanden varierar över tid och med den även temperaturprofilen i pannan i såväl vertikal som horisontell led.

Tillsats av ammoniak eller urea i vattenlösning leder till ökad risk för erosion och korrosion i pannan och därmed risk för tubläckor i pannan. Den svensk-norska Sodahuskommittén har därför lämnat en stark rekommendation att inte tillsätta sådana lösningar till pannorna.

Som nämnts genomför SSVL nu en studie med mål att bedöma säkerhetsaspekterna vid användning av gasformig ammoniak eller ammoniak från förångad vattenlösning som reduktionsmedel. Skulle arbetet visa att riskerna kan behärskas återstår att visa vilken NO_x reduktion som skulle kunna uppnås vid olika driftsbetingelse i sodapannor och sodapannor med olika luftsystem. En annan fråga är hur stor slip av ammoniak som uppstår och som motverkar effekten av NO_x reduktionen. En ammoniakslip motsvarande 5 mg NH₃/m³ntg i rökgasen motsvarar en ökning av utsläppen av NO_x med ca 10 % räknat som NO₂.

Skulle en skrubber krävas för att minska ammoniakslip och totalutsläpp av kväve blir investeringen hög och installationen troligen i vissa fall inte genomförbar på grund av den plats en skrubber kräver. Få sodapannor har skrubber och även i de fall en sådan finns kan den behöva byggas om. Vilken minskning av NO_x- och ammoniakutsläpp som tekniken skulle kunna ge om den skulle introduceras på alla sodapannor i Sverige kan idag inte bedömas.

I sammanfattning gäller för SNCR-tekniken:

- ✓ Provad i korttidsförsök på kommersiella sodapannor
- ✓ Oklart om säkerhetsaspekterna kan hanteras på en acceptabel nivå
- ✓ Oklart vilken långsiktig NO_x reduktion som kan påräknas för pannor med ur NO_x synpunkt optimerade luftsystem
- ✓ Oklart vilken ammoniakslip som uppstår och således om en skrubberinstallation krävs vilken i så fall innebär en betydande investering



RAPPORT

Sammanfattande kommentar NOx-2

Utsläppen från de svenska sodapannorna var år 2017 drygt 8 223 ton enligt Programmet. I Programmet räknar Naturvårdsverket med att utsläppen från denna källa skall minska med 1 700 ton/år (drygt 20 %) till år 2030 och kostnaden för detta bedöms till mellan 42 och 291 MSEK per år.

Jämfört med läget 2017 torde produktionen av sulfatmassa i Sverige att öka mot horisont 2030 med tanke på de utbyggnader som nyligen är genomförda och planeras.

Optimerade luftregister är idag den enda etablerade "bästa tekniken" för att minska utsläppen av NOx från sodapannor. De svenska sodapannor som nyligen byggts och de flesta befintliga pannor där det varit möjligt och bedömts gynnsamt ur NOx synpunkt har optimerade luftregister. En stor del av den möjliga NOx reduktionen med denna teknik torde därmed redan ha uppnåtts. För mer effektiv energigenerering är trenden vidare att fortsatt gå mot ökad torrhalt på den svartlut som eldas vilket leder till något ökade NOx utsläpp.

Sammantaget innebär detta att den specifika nivå på utsläpp av NOx (per ton massa) som de svenska sodapannorna uppvisar sannolikt inte kommer att minska i någon större utsträckning. Därmed riskerar de totala utsläppen (ton per år) från sodapannorna att öka om inte någon ytterligare "bästa teknik" kan identifieras.

I nuläget förefaller SNCR tekniken vara den som skulle kunna ha bäst förutsättningar att etableras. Detta under förutsättning att någon skrubber inte behöver installeras, att säkerhetsaspekterna kan hanteras och att en stabil och effektiv NOx reduktion erhålls. Innan SNCR tekniken kan betraktas som "bästa teknik" måste ett antal frågeställningar belysas vilket kräver tid och betydande insatser i utveckling – och att det finns anläggningar i reguljär drift. Om utvecklingsarbetet visar sig vara framgångsrikt skulle tekniken kunna börja implementeras på någon eller några fabriker i slutet av 2020-talet. Vilken NOx reduktion som kan erhållas är oklart.

För att målet för NOx-2 i Programmet med drygt 20 % reduktion av kväveutsläppen från sodapannor skall kunna uppnås till 2030 torde dels krävas att viss ytterligare reduktion kan uppnås genom optimerade luftsystem dels att SNCR tekniken visar sig kunna nå en sådan teknisk utvecklingsnivå att uthålligt 20 % NOx reduktion kan påräknas och visar sig ekonomisk rimlig. Vidare att tekniken installerats på i stort sett alla sodapannor till 2030.

Att detta skulle kunna ske förefaller mycket osannolikt.

4.3 NOx-3 Mesaugnar – sulfatmassabruk

På denna punkt i Programmet konstaterar man inledningsvis att massa- och pappersindustrin övergått till att elda mesaugnarna med biobränslen bl.a. becolja och träbränslen vilket minskar utsläppen av fossil koldioxid. Man konstaterar också att denna övergång av industrin hävdas ha gett högre utsläpp av NOx vilket man anser inte vara belagt.

Den åtgärd som föreslås i Programmet för att minska NOx utsläppen är SNCR som är bästa teknik i cementugnar och som man i Programmet antar borde kunna tillämpas även i mesaugnar. Något underlag för att styrka detta antagande ges inte.



RAPPORT

Genomsnittet för utsläpp av NO_x från mesaugnarna vid de svenska sulfatmassabruken för år 2017 kan beräknas till drygt 0,2 kg NO_x per ton massa (Skogsindustrierna miljödatabas). Mesaugnarna eldas med olika typer av bränslen som beckolja, råttolja och andra flytande biobränslen som metanol från processen, olika typer av träbränslen och luktgaser och i några fall med olja.

Enligt BAT Ref gäller för mesaugnar ett BAT AEL värde på 0,1 – 0,2 kg NO_x per ton massa vid användning av flytande bränslen och med flytande bränslen av vegetabiliskt ursprung (ex terpentin, råttolja, metanol) upp till 0,35. För gasformiga bränslen gäller BAT AEL värden mellan 0,1 och 0,3 kg NO_x per ton massa och upp till 0,45 kg NO_x per ton om gasformiga bränslen från processen används. Några värden för användning av träbränslen redovisas ej i BREF.

Man kan alltså konstatera att den samlade slutsatsen inom arbetet med BREF är att användning av de "interna" bränslena i massabruken ger högre utsläpp av NO_x från mesaugnarna vilket avspeglas i BAT-AEL intervallen. Vidare var en slutsats i SSVL studien 2013 om NO_x utsläpp från mesaugnar att metanol, starka gaser och träpulver som bränsle bidrar till ökade NO_x-utsläpp.

Det medelvärde för utsläppen från de svenska mesaugnarna år 2017 som redovisades ovan ligger inom de BAT AEL intervall som gäller när biobränslen från processen används.

Den teknik som i BREF ges som "bästa teknik" är optimerad förbränning och förbränningskontroll, väl avvägd blandning av bränsle och luft, låg-NO_x -brännare och bränsle med låg kvävehalt. I industrins styrs mesaugnarna regelmässigt mot optimerad förbränning inkluderande avvägd blandning av luft och bränsle. Användning av bränsle med låg kvävehalt ligger i konflikt med att använda koldioxidneutrala bränslen eller att destruera luktgaser i mesaugnen.

Erfarenheterna av installation av låg NO_x brännare är begränsade eftersom få ugnar, en i Sverige, har installerat sådana (enligt BAT Ref 2015 engelsk version Figur 3.76 och 3.77) och lämpliga typer har kommit fram först på senare år. Ugnens kapacitet och kvaliteten på den brända kalken beror i stor utsträckning på flammans utsträckning, flamtemperatur mm vilket gör att brännarkonstruktion och lufttillförsel är kritiska parametrar.

Låg NO_x brännare rapporteras kunna ge upp till 30 % NO_x reduktion men informationen är begränsad ("Reduction of nitrogen oxide emissions in lime kiln", Timo Hakkarainen, Lappeenranta University of Technology, 2014). Från de data som redovisas i BAT ref dokumentet 2015 enligt ovan är det inte möjligt att dra några slutsatser om möjlig reduktion.

I Programmet nämns SNCR teknik som en möjlighet att minska NO_x utsläppen från mesaugnar. SNCR och SCR teknik är "bästa teknik" för cementugnar men inte för mesaugnar och såvitt känt finns inga sådana installationer. I BAT ref dokumentet från 2015 skrivs "For higher NO_x levels from the lime kiln, the use of selective non-catalytic reduction (SNCR) might be considered. However, there is still no SNCR application for reburning lime kilns" och SCR nämns inte.

För att tillsatsen av ammoniak eller urea i en SNCR tillämpning skall ske i rätt temperaturintervall skall den göras i den roterande delen av ugnen vilket leder till



RAPPORT

komplikerade insprutningssystem. Ingen information finns om effektivitet i NOx reduktion och kostnader för ett SNCR system för mesaugnar.

Sammanfattande kommentar NOx-3 mesaugnar

- ✓ Möjligheten att hålla nere NOx emissionen från mesaugnar med val av bränsle med låg kvävehalt är i konflikt med andra miljömål som reduktion av utsläpp av fossil koldioxid och utsläpp av luftgaser.
- ✓ Den ytterligare reduktion som kan åstadkommas med den "bästa teknik" som är etablerad (förbränningstekniska åtgärder inklusive låg NOx brännare) måste bedömas som begränsad
- ✓ Den teknik bland dessa som eventuellt kan ha potential att utvecklas är låg NOx brännare.
- ✓ SNCR teknik tillämpas på cementugnar men är inte "bästa teknik" för mesaugnar och det saknas underlag för att bedöma om så skulle kunna bli fallet.

4.4 NOx-6 Energieffektivisering - Avskiljning av lignin ur svartluten

Under denna punkt diskuteras att minska NOx-utsläppen från sodapannorna genom att utvinna lignin ur svartluten vilket skulle minska den mängd som eldas i sodapannorna och därmed antas minska NOx utsläppen från denna källa. Detta förfarandet minskar också energigenereringen i sodapannan vilken på något sätt måste ersättas. De möjligheter man pekar på i Programmet är dels att generera energin i barkpannan dels att en fortgående energibesparing i bruken skulle kunna göra att bortfallet inte behöver ersättas.

På den senare punkten antar man i programmet, som ett exempel byggt på Sveriges övergripande mål för energieffektivisering som är 50 % i relation till BNP från 2005 till 2050, att sulfatfabrikerna skulle kunna minska värmeenergiebehovet med 25 % mellan 2018 och 2030. Man ansätter sedan att sodapannorna skulle kunna avlastas med motsvarande mängd lignin vilket antas innebära en minskning av NOx utsläppen med 25 % eller 1 990 ton.

Utsläppen av NOx från sodapannorna år 2017 var 8 223 ton och 25 % av detta ger beräkningsmässigt 2 056 ton. Skall åtgärden NOx-6 ge en minskning med 1 990 ton enligt Programmet krävs för det första att ligninuttag verkligen ger motsvarande minskning av NOx-utsläppet och för det andra att någon ersättningsvärme inte behövs eller att genereringen av ersättningsvärme ger nära 0 eller minimal mängd NOx per år.

Att uttag av lignin verkligen ger motsvarande minskning av NOx från sodapannan kan inte styrkas. Det finns således ingen tillförlitlig information om hur ligninuttag påverkar NOx-utsläppet från en sodapanna. Då NOx i huvudsak kommer från lutens kväveinnehåll beror NOx utsläppet på hur kvävemängden som tillförs sodapannan påverkas av ligninuttag. Om kvävet stannar kvar i den restlut som återförs till sodapannan efter ligninuttaget kan det leda till oförändrat NOx utsläpp.

När man bedömer möjligheten till energibesparingar är det viktigt att konstatera att 15 av de 21 sulfatfabrikerna i Sverige är integrerade med pappers- eller kartongtillverkning. Denna tillverkning får en betydande del av sin värme från massafabriken och det finns



RAPPORT

såvitt bekant inget sådant bruk där idag värmen från sodapannan, med hänsyn till årstidsvariationerna, räcker fullt ut för att även försörja pappersbruket.

För de sex sulfatfabriker som inte är integrerade med pappers- eller kartongtillverkning ligger det närmare inom räckhåll att få hela försörjningen med värmeenergi från sodapannan – och vissa har redan nått dit.

Att de 21 sulfatfabrikerna, ointegrerade och integrerade, skulle kunna göra ytterligare värmeenergiebesparingar som ger 20 % i genomsnitt på totalen inom ca tio år måste bedömas som mycket osannolikt.

Tar fabriken ut mer lignin än vad man kunnat spara i värmeenergi måste mellanskillnaden ersättas med värme från barkpannan. En barkpanna har vanligen NO_x-utsläpp som är lägre än de från sodapanna men överslagsmässigt kanske bara ca 25 % lägre per energienhet. Ligninuttag utöver det som motsvarar den energibesparing som gjorts genererar således från barkpannan ca 75 % av den NO_x som skulle komma från sodapannan. En förutsättning i dessa fall är att fastbränslepannan vid bruket i fråga har kapacitet att generera den ersättningsenergi som krävs. Skulle en ny fastbränslepanna krävas blir investeringen för detta förfarande mycket hög.

Att ta ut mer lignin än vad som motsvaras av energibesparingar är av allt att döma inte ett effektivt sätt att reducera NO_x utsläpp. Det bör påpekas att underskott på värmeenergi i form av ånga och besparingar i processvärme båda leder till att potentialen för intern elproduktion i form av energieffektiv mottryckskraft minskar.

Slutligen skall betonas det lignin som tas ut måste finna en användning och ha ett värde som är betydligt högre än det värde ligninet har som bränsle i sodapannan. Uttag av lignin innebär att utrustning måste installeras och drivas vilket innebär både investeringar och driftskostnader. Dessa kostnader samt tillkommande kostnader för ersättningsvärme måste täckas av värdet på det lignin som tas ut. Dessa aspekter är inte självklara och behandlas heller inte i Programmet.

Sammanfattande kommentar NO_x-6

I Programmet avslutas detta avsnitt med konstaterandet - "Hur stor denna potential verkligen är behöver utredas vidare." Några beräknade kostnader för denna del redovisas inte heller i Programmet.

Nuvarande granskning vidimerar i hög grad detta konstaterande och således gäller:

- ✓ Att ligninuttag ger minskad mängd kväve som förs till sodapannan och minskade utsläpp av NO_x är inte visat
- ✓ Hur stor den möjliga, fortsatta besparingspotentialen är för värmeenergi i integrerade massa- och pappersbruk är inte klarlagt
- ✓ Det är oklart vilken framtida, uthållig nivå på utsläpp av NO_x från massa- och pappersindustrins energipannor man kan räkna med och om befintliga energipannor har tillräcklig kapacitet för att ersätta eventuellt energibortfall i sodapannorna
- ✓ Kostnader för installation och drift av utrustning för ligninuttag och värdet av det uttagna ligninet kan inte beräknas
- ✓ Det är mycket tveksamt om den bedömda NO_x reduktionen på 1 990 ton/år skulle kunna realiseras och kostnaden för åtgärden kan idag inte bedömas



RAPPORT

På tidshorisonten 2030 kommer sannolikt ligninuttag att ske i några svenska fabriker. Drivkrafter är då främst möjligheten till ett större värdeskapande och möjlighet till ökad produktion av massa i en befintlig sodapanna. Att ett sådant uttag skulle visa sig vara ett kostnadseffektivt sätt att minska NOx utsläpp och tillämpas allmänt ter sig i dag som osannolikt.

5 Sammanfattande kommentarer

Massa- och pappersindustrin har idag hunnit långt vad gäller energibesparing och att implementera etablerad, bästa processteknik för att minska utsläpp av NOx. Förväntad ytterligare minskning av utsläppen på dessa vägar är därför ringa och fortsatt betydande reduktion torde kräva ny teknik.

I Programmet diskuteras åtgärder som idag inte är etablerad teknik och inte utprovade i normal drift i industrin. Man kan heller inte utesluta att helt ny teknik kan komma att behövas. Mot denna bakgrund är även en tidshorisont på 10 – 11 år mycket kort. Effekter av och kostnader för åtgärderna är inte heller kända.

Det framgår inte av Programmet vid vilken produktionsutveckling av massa- och papper som utsläppen och de ekonomiska konsekvenserna beräknats. Flera faktorer talar för att produktionen av sulfatmassa kommer att vara högre 2030 än vad den var år 2016.

Nedan redovisas några huvudpunkter från genomgången av Programmet:

- ✓ På flera punkter blir slutsatsen att med dagen kunnande är det mycket osannolikt att de beting som enligt programmet åläggs skogsindustrin skulle kunna innehållas inom tidshorisonten 2030
- ✓ På flera punkter kommer åtgärder för NOx reduktion i konflikt med andra miljömål som minskade utsläpp av växthusgaser, fossilfri generering av elkraft mm. Hur dessa konflikter skall lösas är inte klarlagt
- ✓ De åtgärder som idag identifieras som "bästa teknik" för att minska NOx utsläpp har där så är möjligt till stor del genomförts inom massa- och pappersindustrin
- ✓ För att effektivt komma vidare krävs därför ny teknik och "teknikgenombrott" vilken erfarenhetsmässigt tar avsevärd tid att utveckla, föra till kommersiell drift i fabrik och att tekniken får genomslag i industrin. I dessa sammanhang är även 10 år kort tid.
- ✓ Eftersom ny teknik och teknikgenombrott krävs är det inte möjligt att idag bedöma vilket resultat som kan uppnås och vilka kostnader som skulle komma att vara förknippade med dessa åtgärder
- ✓ Produktionsutvecklingen och -mixen inom massa- och pappersindustrin måste beaktas vid bedömningen av de nåbara totala utsläppen av NOx