

Salix som bränsle från kadmiumbelastad åkermark  
SEBRA Bränslebaserad el- och värmeproduktion  
Stockholm 15 -16 juni 2016  
Anders Hjörnhede  
SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

# Salix som bränsle från kadmiumbelastad åkermark

---

## **Samarbete mellan**

SP (Projektledare: Susanne Paulrud)

Grontmilj (SWECO)

Ystad Energi

## Bakgrund

- Användningen av salix i värmeverk idag mycket begränsad och inblandningen uppgår ofta till max 20 % i ordinarie bränslemix
- Bränsleegenskaper är relativt lika egenskaperna hos träbränsle från skogen
- Salix är en gröda som både kan producera energi och rena åkermark
- Med rätt förutsättningar och god skötsel kan salix vara en lönsam gröda som konkurrerar väl med spannmålsgrödor
- Salix har god förmåga att ta upp tungmetaller, framförallt kadmium. 5-10 ggr högre Cd-halt i salix i jmf med skogsbränsle



## Bakgrund

- Kadmium är ett stort hälsoproblem.
- I Sverige är den genomsnittliga halten 0,2 mg Cd/kg TS jord
- På många platser är halterna högre, bl.a. i Skåne. Tio procent av Skånes matjord har kadmiumhalter som ligger på eller över 0,4 mg/kg TS.
- För att minska intaget måste tillförseln till åkermarken strypas eller avlägsnas.
- Halten ökar inte längre men den upplagrade mängden kadmium i matjord mycket stor.
- En välskött salixodling står för ett årligt upptag av Cd som är 20 till 50 gånger högre än för spannmål.
- När salixplantan skördas försvinner kadmiumet från marken.



## Bakgrund

---

- Beroende på salixklon kan kadmiumhalten i bladen vara lägre eller högre än i stammen.
- För kloner med högre kadmiumhalt i bladen bör skörd genomföras när löven är kvar
- Vid skörd av lövad salix ökar halterna av andra näringsämnen, framförallt kväve.

## Cd-halter i salix

- Tågra gård, Sjöbo, skördemogen salix med höga halter kadmium
- Tidigare studier visar att i genomsnitt ligger kadmiumhalten i salix runt 0,6-1 mg/kg ts
- Skörden genomfördes på 4 år gamla skott och en 10-15 år gammal odling.

	Salix, Ryds gård	Salix, Tågra gård
Kadmium, mg/kg ts	0,5	1,5

## Testpanna Ystad Energi

---

- Två 10 MW pannor Weiss (Danmark)
- 3 MW kondensering efter respektive panna.
- Rörlig roster, trappa, delad i tre sektioner.
- Togs i drift 2007.
- Bränsle är till största delen skogflis, barrflis/grot och lövflis/grot och en mindre del salix.
- Rökgasrening: först en cyklon och därefter en scrubber (Venturi), och sist i rökgasstråket kondenseringstornet.
- Ett rökgasreningssteg per panna.
- Rening av kondensatet görs via ett sand- och lamellfilter.

## Försöksupplägg

- Två olika försök med en mix av 50 vol% salixflis (lövad och ej lövad) och lövträdfelis. Jämförs med referens 100% lövträdsflis
- Genomfördes om tre dygn vardera: Mätningar gjordes dag tre under dagtid (08.00-16.00), dvs pannan eldades med salixflis minst två dagar innan mätning.
- Samma typ av lövträdfelis användes i salixmixen som vid referensförsöket



# Provtagning

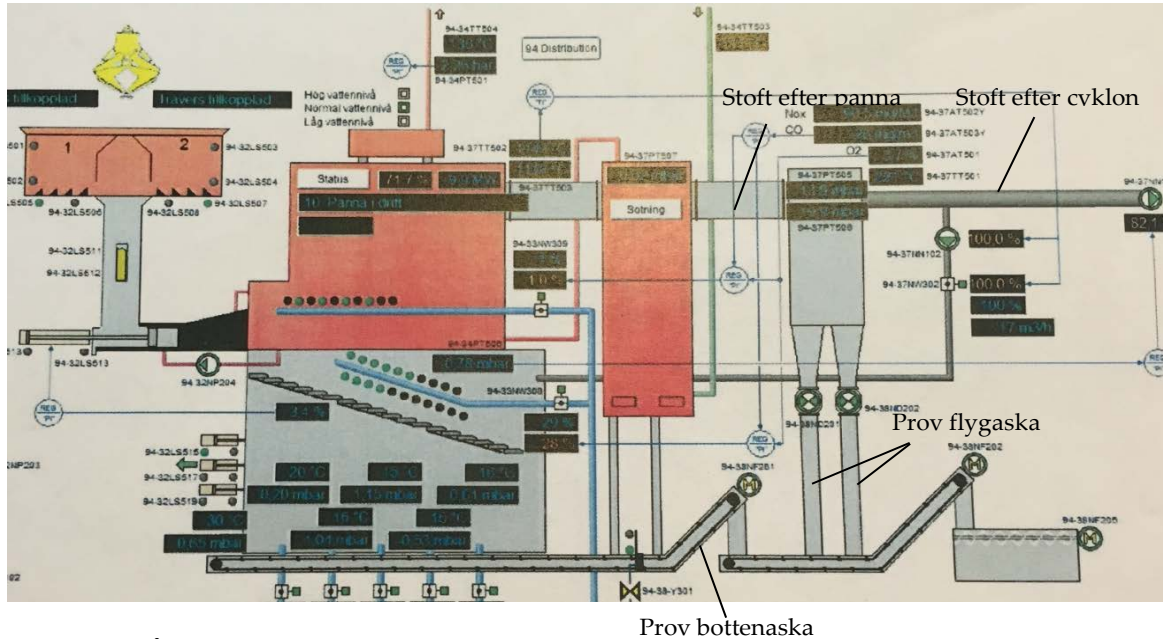
- Stoftemissionerna har bestämts genom uppsamlingsprov på filter med isokinetisk provtagning.
- Provtagning av totalstoft genomfördes samtidigt tre gånger per mättillfälle, före cyklon, efter cyklon samt efter venturi för att kunna spåra Cd
- Analys av kadmiumhalten i stofffilter har genomförts av ALS Scandinavia enligt standard metod: SS-EN 14385:2004 mod.
- Provtagning av kondensat utfördes i en position efter en venturi
- NO<sub>x</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, och O<sub>2</sub> i rökgaserna mätes kontinuerligt.

## Provtagning bränsle och aska

---

- 50 volym-% salix och 50 volym-% lövflis.
- Bränsleprov, flygaskprov och bottenaskprov togs ut vid tre tillfällen under varje mätperiod för respektive bränsle.
- Provtagning av bottenaska gjordes på våt aska i utmatningsskruven vid tre tillfällen under varje mättillfälle
- Flygaska togs från en lucka efter cyklon.
- Provtagning av kondensat gjordes efter venturi vid sex olika tillfällen
- Vid tre av dessa gjordes totalanalys vilket innefattar samtliga element

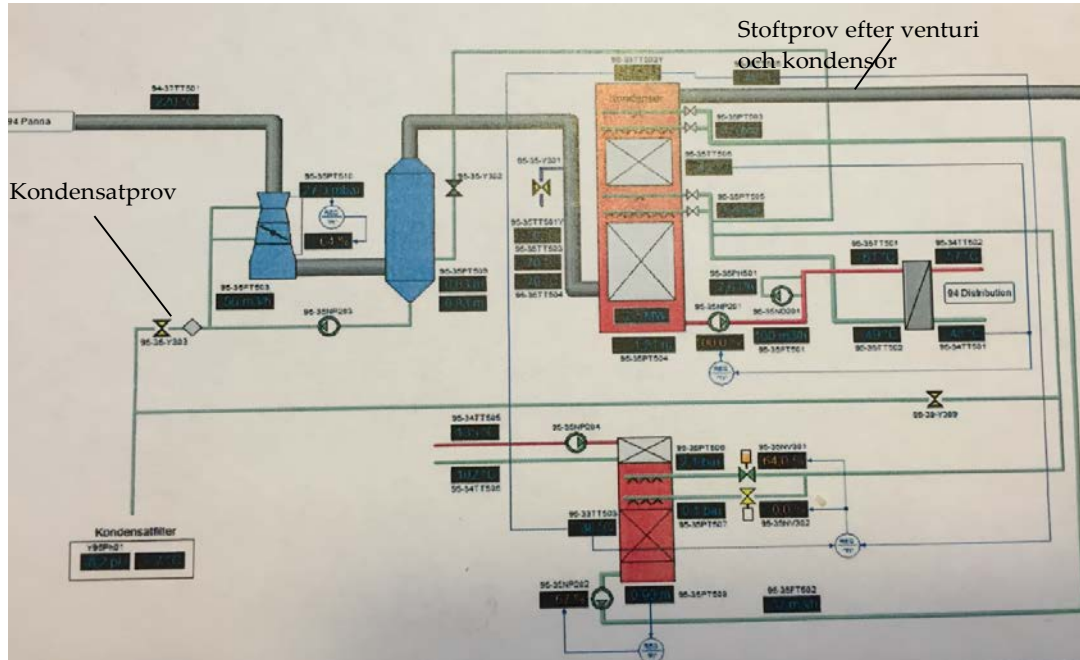
# Prov- och mätpositioner



Figur 1. Skiss på anläggning med mätpunkter.

Figure 1. Sketch of plant with measurement points.

# Prov- och mätpositioner



## Olika lastfall

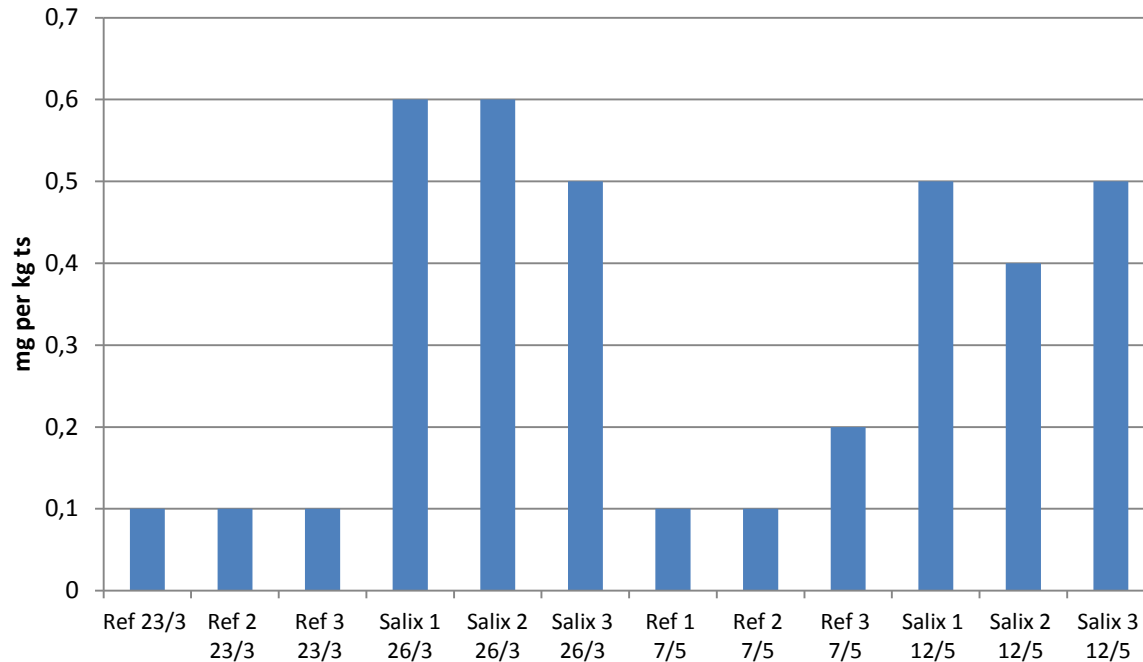
---

- Last vid första försöken i mars: c:a 70-80 % av maxlast för både salixmixen och referensbränslet.
- Vid andra försöket i maj blev det ett väderomslag när salixmixen testades vilket resulterade i att pannan stundtals gick på väldigt låg last (25-50 %).

# Bränsleprover

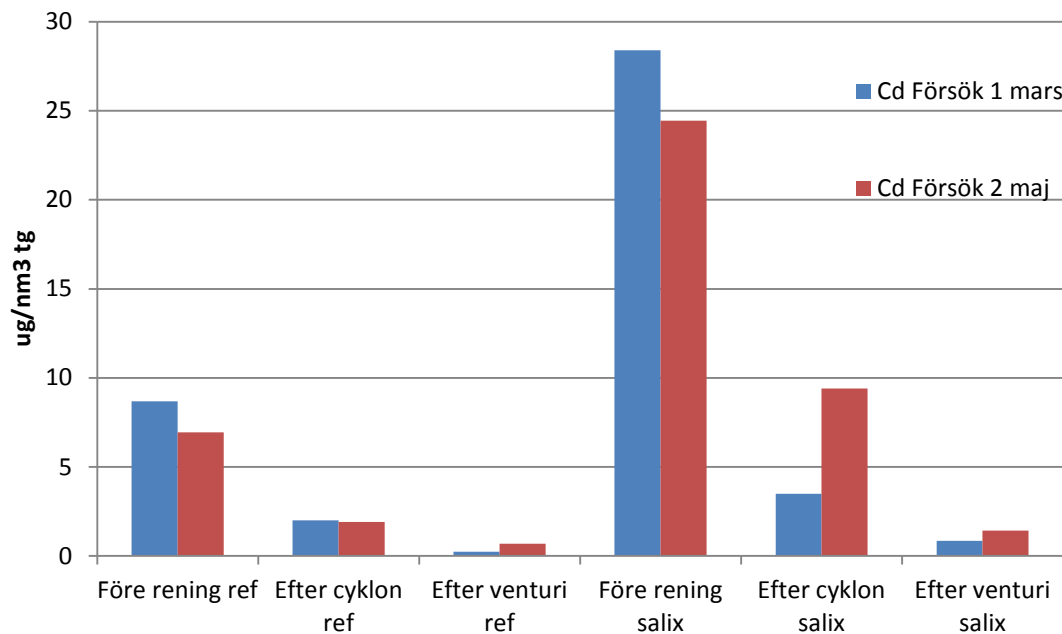
Samlingsprov (1-3)	Ref. 23/3	Salixmix 26/3	Ref. 7/5	Salixmix 12/5
Total fukt, vikt-%	38,0	44,3	40,0	41,4
Effektiva värmevärdet MJ/kg ts	18,5	18,5	18,4	18,5
Aska, vikt-% ts	1,3	1,4	1,6	1,8
Klor vikt-% ts	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Svavel vikt-% ts	0,02	0,02	0,02	0,03
Kol vikt-% ts	49,9	49,7	49,9	49,7
Väte vikt-% ts	6,1	6,0	6,1	6,0
Kväve vikt-% ts	<b>0,32</b>	<b>0,38</b>	<b>0,29</b>	<b>0,42</b>
Huvudelement				
Aluminium vikt-% ts	0,007	0,004	0,014	0,006
Kisel vikt-% ts	0,067	0,028	0,100	0,047
Järn vikt-% ts	0,005	0,009	0,008	0,005
Titan vikt-% ts	<0,001	<0,001	0,001	<0,001
Mangan vikt-% ts	0,016	0,010	0,013	0,008
Magnesium vikt-% ts	0,040	0,042	0,039	0,044
Kalcium vikt-% ts	0,34	0,40	0,41	0,55
Barium vikt-% ts	0,003	0,004	0,003	0,003
Natrium vikt-% ts	0,006	0,009	0,009	0,008
Kalium vikt-% ts	<b>0,15</b>	<b>0,17</b>	<b>0,16</b>	<b>0,18</b>
Fosfor vikt-% ts	0,027	0,049	0,031	0,052

# Kadmiumhalt i bränsle från alla försök



Referensbränslet är 100 % lövträdsflis (ref) och salixmixen består av 50 volym % salixflis och 50 volym % lövträdsflis

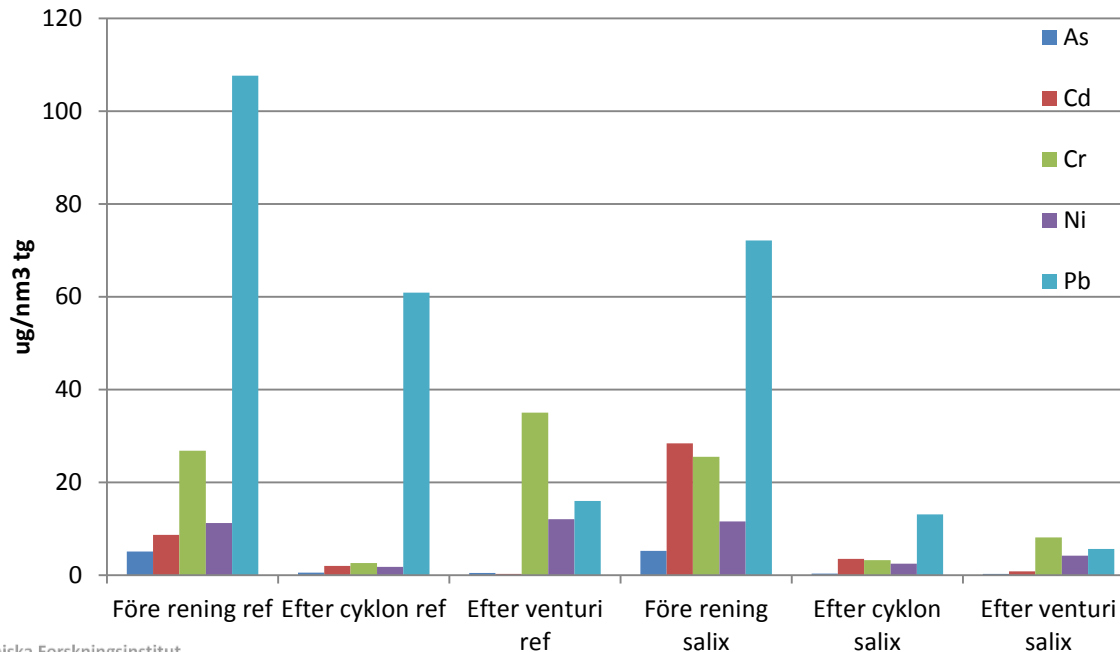
# Kadmiumhalt före och efter rening av rökgaserna.



Referensbränslet är 100 % lövträdsflis och salixmixen består av 50 volym % salixflis och 50 volym % lövträdsflis

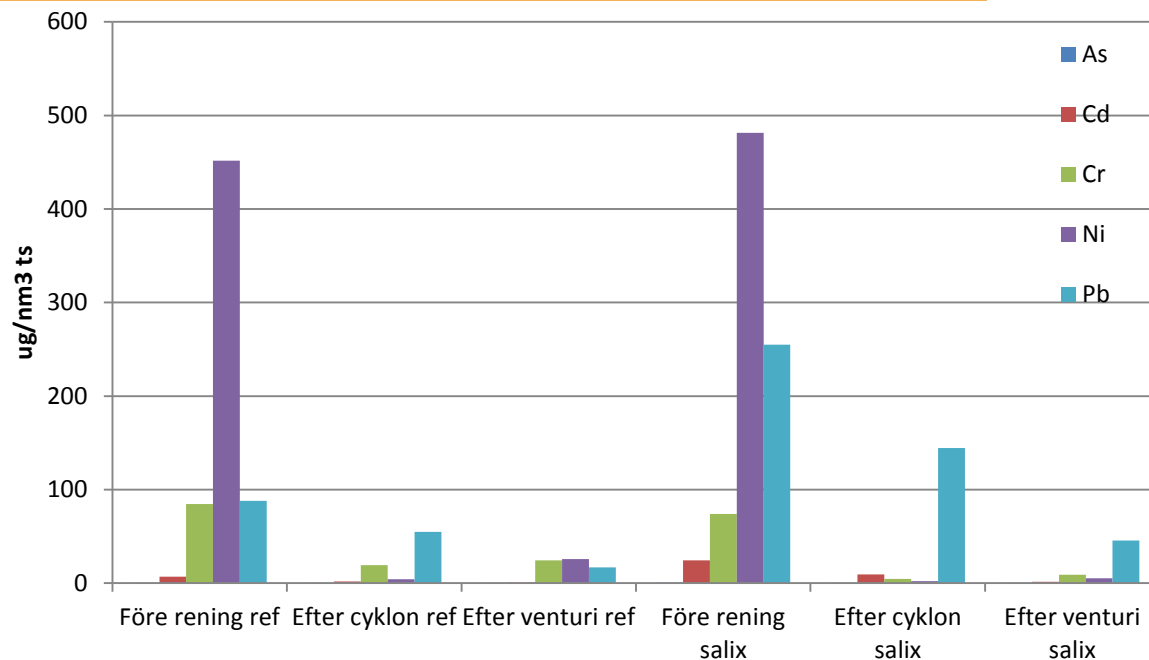


# Spårämne före och efter rening av rökgaserna, mars



Medelvärde av tre prov.  
 Referensbränslet är 100 % lövträdsflis och salixmixen består av 50 volym % salixflis och 50 volym % lövträdsflis

## Spårämne före och efter rening, maj



Referensbränslet är 100 % lövträdsflis och salixmixen består av 50 volym % salixflis och 50 volym % lövträdsflis.

# Resultat

- Efter förbränning återfanns huvuddelen av kadmiumet i flygaskan
- Förbränningsförsöken visade att en inblandning av salix ökar stofthalten i rågas samt fås en viss ökning av  $\text{NO}_x$
- Den ökade stofthalten medförde en ökad beläggning i lamellfiltret vid rening av kondensatet, speciellt i försöksomgång två när pannan gick på låg last vilket medförde att cyklonens avskiljningsgrad minskade.
- För rening av utgående halter efter partikelseparation kan en jonbytarlösning vara ett alternativ. Jonbyarteknik är en relativt kostnadseffektiv reningsmetod där låga utgående halter kan uppnås.

## Slutsatser

---

- Huvuddelen (>85 %) av kadmiumet hamnade i cyklonaskan medan ökningen i kondensatet var marginell vid inblandning av salix.
- För den salixsort från Tågra gård som användes vid försöket så ökade inte kadmiumhalten i lövad salix (prov från maj månad) i jämförelse med salix utan löv (mars månad).
- Eventuella åtgärder som krävs i värmeverket vid användning av salix med höga kadmiumhalter styrs av inblandningsgraden av salix och kadmiumhalten i bränslet.
- En inblandning av 10-20 % salix kan tillåta högre kadmiumhalter än 1,5 mg/kg ts bränsle för att inte överskrida tillåtna halt för askspridning i skogen.

## Slutsatser

---

- Ystad värmeverk kan med god bibehållen drift vid en last runt 70-80 % av maxlast blanda in upp till 50 volym-% salix i sin bränslebas.
- Det finns anledning att anta att driften inte heller påverkas vid 100% last.
- Salixmixen visade inga större skillnader i bränsleegenskaper för huvudelementen i jämförelse med referensbränslet (lövträdsflis).
- Dock uppvisar kvävehalten något högre värden. Störst skillnad uppvisade spårelementen zink och kadmium med ca 5-6 gånger högre kadmiumhalt i salixmixen.
- Rent tekniskt är det inga problem att hålla isär flygaskan från bottenaskan i ett värmeverk men det medför en extra kostnad för värmeverket att deponera flygaskan.

Tack för  
uppmärksamheten!

