

Sodahuskommittén

Sodahuskommitténs Rapport 2016-2

Löprännestudie

December 2016

Sodahuskommitténs medlemmar har olika erfarenhet kring löprännorna i sina sodapannor. Hos de allra flesta bruk fungerar löprännorna bra eller till och med utmärkt för minst 12 månaders drift, men andra bruk känner sig tvungna att byta sina löprännor var 6:e månad. Trots ett kort bytesintervall händer det ändå att läckage uppstår.

I detta arbete har ett omfattande frågeformulär utarbetas och skickats ut till bruken. Svaren har sammanställts och viktiga slutsatser har utkristalliserats. Det visar sig att det finns många parametrar att laborera med för att förbättra prestandan på sina löprännor.

David Good, DEKRA

Innehållsförteckning

1	Bakgrund	4
2	Studiens upplägg och genomförande	5
3	Identifierande problemrännor	6
3.1	<i>Billingsfors SP2</i>	6
3.2	<i>Husum TP6</i>	8
3.3	<i>Skutskär SP7</i>	8
4	Resultat	9
4.1	<i>Förbränning per löpräna</i>	9
4.2	<i>Lutande eller dekanterande botten</i>	10
4.3	<i>Brännlutens temperatur och torrhalt</i>	10
4.4	<i>Läppsprutor alternativt beer-cans</i>	10
4.5	<i>Styrning av luttemperatur och torrhalt</i>	10
4.6	<i>Smälttemperaturen</i>	12
4.7	<i>Sulfiditet</i>	12
4.8	<i>Höjden på löphålen</i>	13
4.9	<i>Originalrännor (Valmet eller Andritz) eller lokalt tillverkade?</i>	13
4.10	<i>Längden på löprännorna.</i>	13
4.11	<i>U-formad löpräna alternativt mjukt "V"</i>	13
4.11.1	<i>Tillverkningsmetod för rännan</i>	14
4.11.2	<i>Detaljutförande vid smältautloppet</i>	14
4.12	<i>Konicitet och bredd på rännorna</i>	15
4.13	<i>Insticksränna eller utanpåliggande ränna?</i>	15
4.14	<i>Kolstål jämfört med vit ränna</i>	15
4.15	<i>Godstjocklek i rännan</i>	16
4.16	<i>Lutningen på löprännen</i>	16
4.17	<i>Nya eller renoverade löprännor?</i>	16
4.18	<i>Temperatur på kylvattnet</i>	17
4.19	<i>Kylvattenflöde</i>	17
4.20	<i>Kylvattenkvalitetens betydelse</i>	18
4.21	<i>Manuell eller automatisk spettning</i>	18
4.22	<i>Val av korrosionsskyddslegering</i>	19
4.23	<i>Utbredning av påsvetsningen</i>	19
4.24	<i>Utförandet av påsvetsningen</i>	20
4.25	<i>Slipning i gränsen mellan kolstål och påsvetsning</i>	21
4.26	<i>Normalt smältaflöde respektive smältarusningar</i>	21
5	Jämförelse med BLRBAC	22
5.1	<i>BLRBAC - Materials and welding guidelines for black liquor recovery boilers</i>	23
5.2	<i>Good practice från BLRBAC – Safe firing of Black liquor in black liquor recovery boilers</i>	24
6	Övrig läsning	24

6.1	<i>Examensarbete 2001 av Per Johansson vid AssiDomän Kraftliner, Piteå</i>	24
6.2	<i>Sodahuskommitténs Rapport 2006-1 "Säkerhet vid lösarplanet"</i>	24
6.3	<i>Arbete inom Finska Sodahuskommittén</i>	24
6.4	<i>Sodahuskonferensen 1974 och 1975</i>	25
7	Slutsats	25
8	Ansvarsfriskrivning	27

Bilagor:

Bilaga 1: Frågeformulär

Bilaga 2: Svaren från bruken i excel-format

Bilaga 3: Svar från bruken på en löpränneundersökning som gjordes 2001 (Ingick i examensarbete som genomfördes på AssiDomän Kraftliner Piteå)

1 Bakgrund

Bland Sodahuskommitténs medlemmar skiljer sig livslängden på sodapannornas löprännor irriterande mycket. Några få pannor har så omfattande problem med sina löprännor så de väljer att byta löprännor var 6:e månad. Det stora flertalet medlemmar byter sina löprännor var 12:e månad och är nöjda med det. Några medlemmar tycker att deras löprännor ser närmast oskadade ut efter 18 månaders drift.

Bedömningen är att en acceptabel minsta livslängd för löprännor är 12 månader. Detta torde gå att uppnå för alla pannor eftersom de flesta redan har uppnått denna livslängd, eller längre.

Inom medlemsbruken förekommer följande huvudtyper av löprännor:

- Kolstålsrännor med påsvetsning och/eller påsprutning av korrosionsskydd
- Homogena vita löprännor
- Homogena kolstålsrännor
- Löprännor utförda i komppoundplåt (en kärna i kolstål och med rostfri plåt som korrosionsskydd på utsidan)
- På BillerudKornäs Gävle SP4 och SP5 används löprännor med två separata kylsystem, Figur 1. Den största delen av rännan, från smältainloppet ned till 1-2 dm från smältautloppet, kyls med undertryckssystem med totalavsaltat vatten. De nedersta 1-2 dm kyls med ett övertryckssystem då det inte är någon risk att kylvattnet kommer in i eldstaden vid läckage.



Figur 1 BillerudKorsnäs Gävle SP4 och SP5 har ett extra kylsystem cirka den nedersta decimetern

Om eller när den nedersta delen av löprännorna springer läck stängs noskylningen av. Därmed kan man köra pannorna vidare eftersom löprännornas undertryckssystem är intakt, Figur 2.



Figur 2 När/om det nedersta kylsystemet springer läck stänger man av kylvattenflödet till denna del låter "nästippen" brinna upp.

Syftet med detta arbete är att identifiera bättre respektive sämre utföranden av löpränneutföranden.

2 Studiens upplägg och genomförande

Arbetet har genomförts på det sättet att ett frågeformulär togs fram och skickades ut till alla Sodahuskommitténs pannägare, bilaga 1.

Domsjö/Alfredshem med sina båda pannor P8 och P9 deltar, men man ska vara medveten om att de använder sulfitlut. Smälttemperaturen och viskositeten på smältan har andra egenskaper än för övriga sulfatsodapannor. Trots skillnaden behandlas P8 och P9 lika som alla övriga sulfatsodapannor i denna undersökning.

Det visade sig att frågeformuläret blev ganska omfattande. I huvudsak ingick det följande kapitel i frågeformuläret

- **Pannlayout:** Till exempel förbränningskapacitet och antalet löprännor...
- **Drifts- och smältaegenskaper:** Till exempel luttorrhalt, vilken lutsprutupsättning samt temperaturen på smältan i löprännorna....
- **Löprännedesign:** Till exempel dimensioner på löprännor, val av legering hur löprännorna ser ut efter att ha varit i drift....
- **Driftstörningar:** Till exempel om pannan är utsatt för smältarusning och om det finns något system i smältarusningarna....

Svaren har lagts in en excelfil, bilaga 2. Ur excel-filen kan information om de olika pannorna jämföras, summeras och medelvärden beräknas etc.

Även Andritz och Valmet har tillfrågats om de vill bidra med kunskap och information.

3 Identifierande problemrännor

Det visade sig att det är tre pannor som har rapporterat in problem med sina löprännor och inte kan köra 12 månader på ett tryggt sätt.

- Billingsfors SP2 byter sina löprännor var 6:e månad, men kan ändå drabbas av läckor på sina löprännor.
- Husum TP6 byter löprännorna var 6:e månad för att inte riskera läckor. En viktig orsak är troligtvis att kylvattenet endast är mekaniskt renat.
- Skutskär SP7 byter sina löprännor var 12:e månad, men det har ändå hänt vid flera tillfällen att löprännorna har börjat läcka redan innan de har varit i drift ett år. En parameter som sticker ut är att löprännorna är flacka. Lutningsvinkeln är uppgiven till $21,375^\circ$. Flera bruk har löprännor som lutar 30° , men inga andra rännor än Skutskärs SP7 lutar mindre än 30° .

3.1 Billingsfors SP2

Billingsfors är den minsta sodapannan inom Sodahuskommittén (endast Borregaards panna är mindre, men Borregaards panna fungerar mer som en destruktionspanna).

Billingsfors använder påsvetsad kolstålsränna. Hittills har de haft två olika utförande på påsvetsningen:

1. Ett utförande med bredare/grövre strängar av påsvetsat material, Figur 3 och Figur 4.
2. Ett utförande med smalare strängar av påsvetsat material, Figur 5.

Det är osäkert om det är samma påsvetslegering i de båda utförandena.

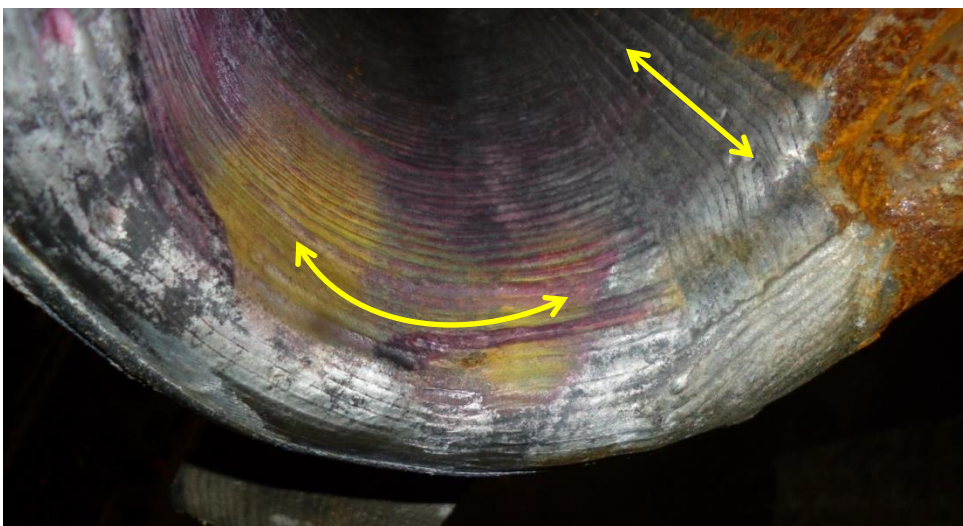
Läckage har inträffat vid avslut på påsvetsningar. Om dessa svetsavslut slipas till bör risken för läckage minska.



Figur 3 Ena varianten av Löprännorna från Billingsfors SP2...



Figur 4... hade grövre strängar av påsvetsning längs med rännan

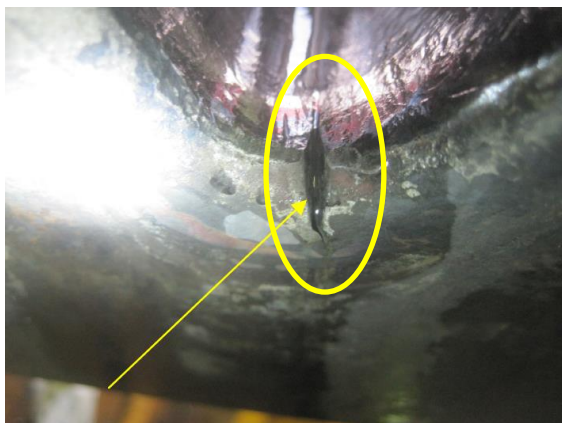


Figur 5 Den andra varianten av löprännor som Billingsfors använde sig av har smalare strängar av påsvetsningen samt att i botten på rännedalen var strängarna lagda tvärs rännan

Billingsfors byter sina löprännor var 6:e månad.

3.2 Husum TP6

Löprännorna i denna panna byts så ofta som var 6:e månad. Dessa rännor slits mest genom att sprickor uppstår längst ner i insticksdelen, Figur 6. Denna panna använder endast mekaniskt renat kylvatten i löprännorna vilket medför att smuts ansamlas på vattensidan, Figur 7. Dessa beläggningar minskar värmeöverföringen väsentligt och höjer därmed temperaturen på rännadalenens plåt i löprännorna.



Figur 6 Spricka i rännadalen längst ner emot pannan i insticksdelen



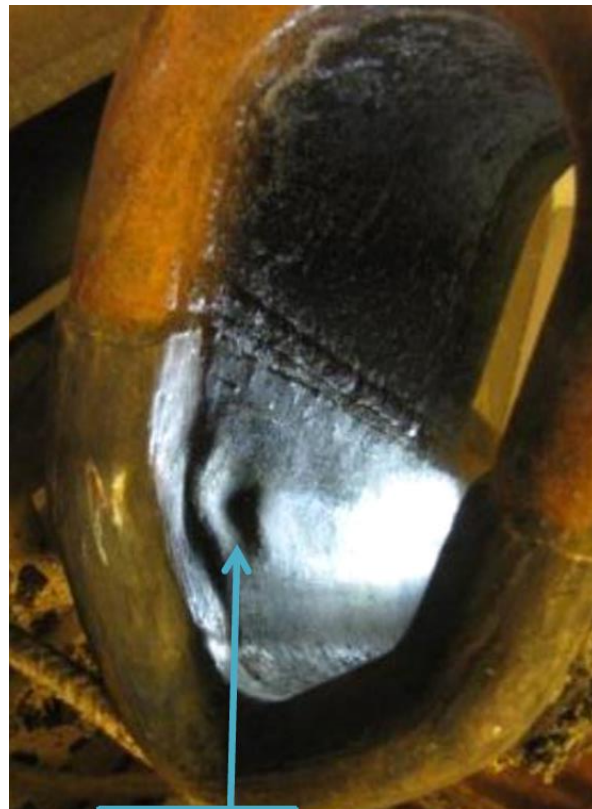
Figur 7 Beläggningar inuti löpränna efter drift på Husum TP6 som har mekaniskt renat kylvatten.

3.3 Skutskär SP7

I löprännorna på Skutskär SP7 har en ovanlig form av skada uppstått. Det har uppstått hål alternativt godsavgång på sidorna i löprännorna, Figur 8 och Figur 9. Löprännorna är tillverkade av kompositplåt i rännadalen, mellan omkring klockan 3 till klockan 9.



Figur 8 Hål i en ränna cirka 1 dm in, räknat från smältainloppet



Figur 9 Grop i ränna, dock ej hål

4 Resultat

4.1 Förbränning per löpränna

Pannans totala förbränning dividerad med antalet löprännor i drift varierar stort. Enligt enkätsvaren så har den genomsnittliga löprännan en belastning om 461 tts/dygn.

Lägst belastning per löpränna ligger Billingsfors SP2 (165 tts/dygn och löpränna) samt Domsjö/Alfredshem P8 och P9 (cirka 215 tts/dygn och löpränna). Mönsterås SP6 är en annan ytterlighet som ligger på 700 tts/dygn och löpränna.

Billingsfors SP2 är en av de pannor som har problem med sina löprännor samtidigt som Mönsterås är nöjda med livslängden på sina löprännor.

De tre problempannorna har löprännor med följande specifika belastning:

Billingsfors SP2: 165 tts/dygn

Husum TP6: 660 tts/dygn

Skutskär SP7: 411 tts/dygn

Konklusionen är att en hög belastning per löpränna INTE per automatisk leder till större problem.

Det finns snarare möjlighet att prova att inte använda alla löprännorna om en panna har lågt belastade löprännor.

4.2 Lutande eller dekanterande botten

Av de anläggningar som svarat anger 10 stycken att de har lutande botten och 12 stycken att de har dekanterande botten.

De sodapannor som tillkommit sedan år 2000 har alla haft dekanterande bottenar.

Utförandet av botten bedöms inte vara avgörande för löprännornas livslängd.

4.3 Brännlutens temperatur och torrhalt

Temperaturen på brännluten varierar mellan Billingsfors SP2 113-115°C upp till Obbolas SP2 140°C. När Mönsterås SP6 bränner barrlut är temperaturen 140°C, vid lövlut minskar temperaturen till 132°C.

Torrhalten på brännluten varierar mellan 68% upp till 80%.

Värdet av att räkna ut medelvärdet för temperaturen och torrhalten är tveksamt, men det är snabbt gjort

- Ett medelvärde för (barr-)luttemperaturen är 129,7°C. (Mönsterås SP6 anger olika luttemperaturer för barrlut (140°C) respektive lövlut (132°C))
- Medelvärde för (barr-)luttorrhalten är 73,0% (Mönsterås anger olika torrhalter för förbränningen vid barrlut (77-78%) och lövlut (80%)).

Billingsfors SP2 ligger på 68% luttorrhalt och Skutskär ligger på 69,8% luttorrhalt vilket är en bit under medel. Däremot ligger luttorrhalten i Husum TP6 på 76,5%, vilket är över medelvärdet.

Med andra ord kan inte lutens temperatur och torrhalt allena vara orsaken till problem med löprännorna.

4.4 Läppsprutor alternativt beer-cans

I enkätsvaren använder 16 st pannor sig av enbart läppsprutor. Fem pannor använder sig av enbart beer-cans. Två pannor använder sig samtidigt av både läppsprutor och beercans

En panna använder läppsprutor som de vänt upp och ned, dvs läppen sitter ovanför strålen med brännlut.

4.5 Styrning av luttemperatur och torrhalt

I delen som handlar om förbränningsteknik i utbildningsmaterialet för certifieringsutbildningen finns en "förbränningskurva" som ska underlätta att hitta förbränningsparametrar som ska leda till stabil lutförbränning och därmed stabilt smältaflöde, Figur 10. Till grund för förbränningskurvan är uppgifter från sex svenska bruk som upplever att de har stabil förbränning. I kurvan visas både brännlutstemperaturen och luttorrhalten.

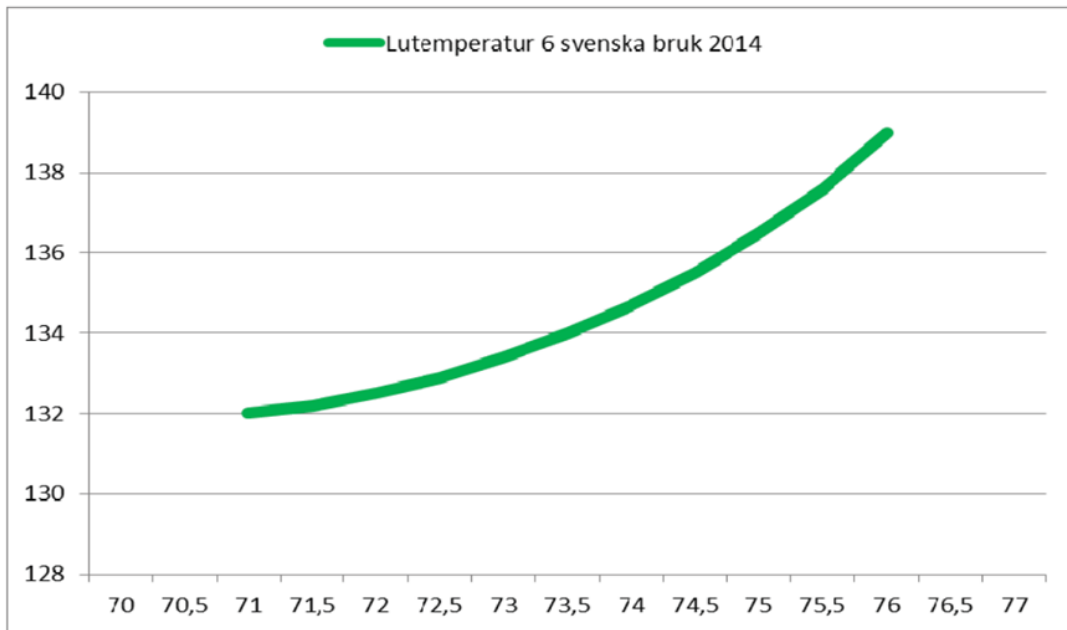


Bild 54: Luttemperatur vid olika torrhalter baserat på uppgifter från 6 svenska bruk 2014.

Figur 10 Förbränningskurva: Utdrag från kursen i förbränningsteknik

I Figur 11 visas hur ett av de sex bruken styr brännlutstemperaturen efter torrhalten.

Luttemperaturstyrning

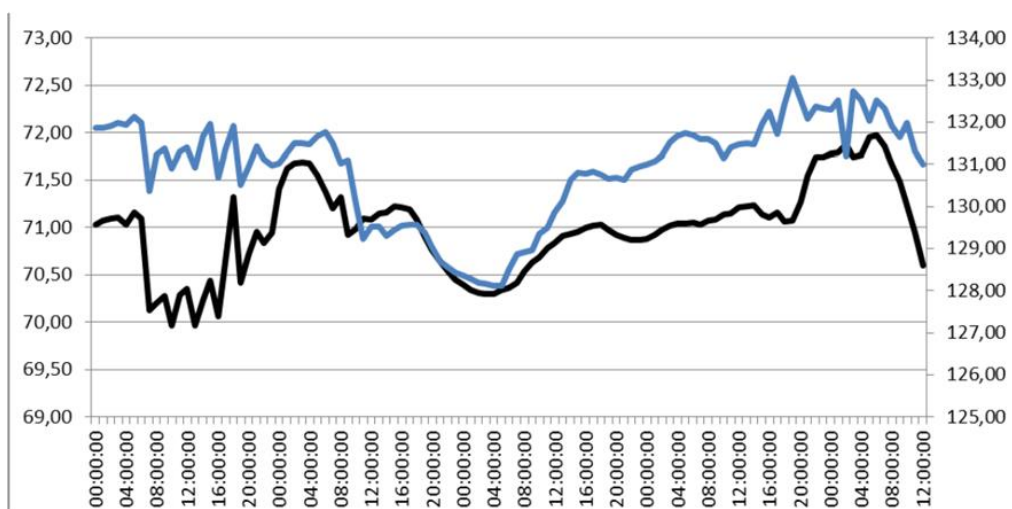


Bild 53: Panna med luttemperaturstyrning efter torrhalt. Svart=torrhalt,

Blå=luttemperatur.

Figur 11 Temperaturstyrning efter torrhalten: Utdrag från kursen i förbränningsteknik

I enkätsvaren framkommer det att det är nio pannor ligger på eller "nära" förbränningskurvan. Bedömningen av "nära" i denna rapport innebär att brukets luttemperatur skiljer mindre än 3°C från förbränningskurvan. Dessa 3°C kan vara alltför generöst (eller för snävt).

Nio pannor anger att de kör efter en egen formel som dock ligger utanför förbränningskurvan.

Fem pannor körs manuellt av skiftlagen mot t.ex. bäddstorlek och efter egen erfarenhet.

Husum TP6 är en av pannorna som anses ligga inom förbränningskurvan.

Förbränningsparametrarna för Billingsfors SP2 och Skutskär SP2 ligger alltför lågt i brännluttemperatur för att komma upp till förbränningskurvan.

Konklusionen är att bara genom att följa förbränningskurvan garanteras inte att löprännorna håller länge.

4.6 Smälttemperaturen

Mätning av smälttemperaturen sker endast vid ett fåtal pannor. Smälttemperaturen verkar ligga mellan 800-900°C och mer specifikt mellan 860 till 870°C.

T.ex. Obbola mäter temperaturen på sin smälta i löprännorna. Något förvånande är att Obbola har konstaterat att en mörk smälta innebär att smältan har HÖGRE temperatur, uppåt 950°C. Det som skulle vara mest logiskt är att en ökande temperatur innebär ljusare smälta, men så är det alltså inte.

Obbolas erfarenhet är att en smälttemperatur på 825°C medför en lugn smältaavrinning.

Att börja mäta smälttemperaturen i löprännorna är ytterligare ett sätt att få information om hur pannans körsätt påverkar smältaavgången.

Olika metoder för uppmätning av smälttemperaturen skulle kanske kunna utredas åt Sodahuskommitténs medlemmar? Genomförs uppmätning av smälttemperaturen bäst med strålningspyrometer alternativt med instickstermoelement eller med annan metod eller spelar det ingen roll?

4.7 Sulfiditet

De svar som bruket ger är att sulfiditeten varierar mellan som lägst 30% upp till 43%. Den genomsnittliga sulfiditeten för smältan är 36,3%. Bruket svarar ofta att sulfiditeten ligger inom ett intervall. För t.ex. Aspa SP3 mellan 36-39%. För att räkna ut medelvärdena användes mittenvärdet i spannet, dvs. i Aspans fall användes 37,5%.

Denna rapport tar inte ställning till sulfiditetens påverkan på livslängden på löprännorna.

4.8 Höjden på löphålen

Höjden för gipen på löphålen varierar stort inom pannbeståndet. Billingsfors SP2 och Skärblacka SP2 har båda lutande botten. Löphålens gip sitter cirka 5 cm från pannbottens gip.

Husum TP6 och Vallvik SP2 har lutande botten, men ”högt” placerat löphål, cirka 4 dm ovanför gjutningen.

Gruvön SP5 har dekanterande botten. Löphålens gip sitter cirka 4 dm ovanför gjutningen. Annars är den vanligaste höjden cirka 2-3 dm ovanför bottertuberna för dekanterande bottnar.

Domsjö/Alfredshem P9 (dekanterande botten) hade stora problem med smältarusningar. Efter att de höjt löphålen med cirka 1,5 dm upplever de att smältarusningarna har minskat, dock ej upphört.

Det spelar uppenbarligen roll på vilken höjd löprännorna sitter, men höjden kan inte vara helt avgörande för hur löprännorna presterar.

4.9 Originalrännor (Valmet eller Andritz) eller lokalt tillverkade?

Endast Munksund anger att de köper löprännor från en lokal tillverkare. Munksund rapporterar att de är nöjda med prestandan för sina löprännor.

4.10 Längden på löprännorna.

Längderna på löprännorna varierar mellan 48,5-165 cm med ett medelvärde på 108 cm för de bruk som har svarat.

De allra flesta problem med löprännorna sker vid smältainloppet eller vid smältautloppet. Alla löprännor har dessa. Det är i och för sig få problem med läckor i rännaldalen, men ändå, om man har möjlighet att påverka längden bör man välja kortare rännor eftersom en kortare ränna har ”kortare risk” för läckage än längre löprännor.

4.11 U-formad löpräanna alternativt mjukt ”V”

Det kan vara en fördel med U-form på rännorna. Även om man har en mjuk V-form så kan det uppstå sprickor i något av de tre ”hörnen” som skapar den mjuka V-formen.

I undersökningen angavs av 12 pannor använder U-formad profil och 11 pannor att de har en ”mjuk V-form”

Med andra ord klarar sig nästan alla som använder mjuk V-form, trots att utförandet borde innebära en något högre risk för sprickor.

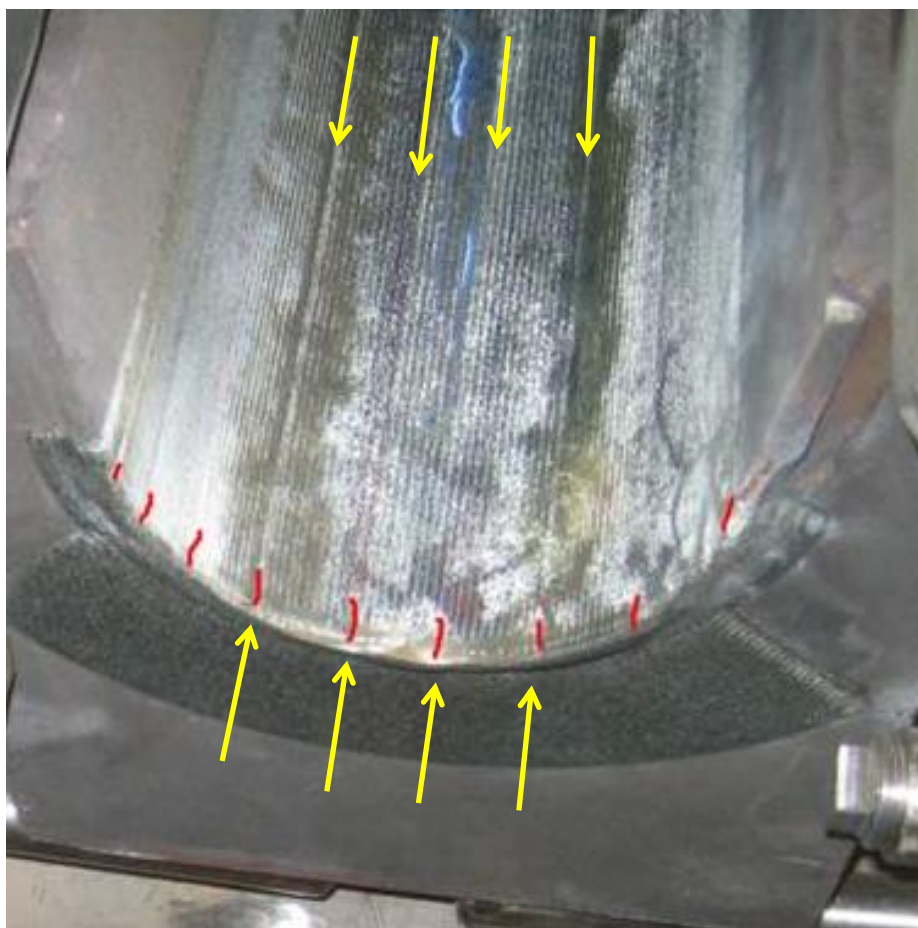
Desto större radie på U-formen desto mindre blir spänningarna. Längs löprännornas längsaxel minskar alltså spänningarna i omkretsled med ökande radie. (Tjockare godstjocklek på plåten i rännaldalen ökar också spänningarna).

Husums panna TP6 har haft problem med sprickbildning längst ner i insticksdelen. Löprännorna är också "V-formade".

Korsnäs båda pannor har U-formade löprännor i homogen rostfri legering. I dessa löprännor uppträder spricktillväxt i insticksdelen, dvs. där smältan först kommer in i rännan. Sprickorna uppträder längst ner i insticksdelen. I normalfallet uppstår dock inte läckage innan det har gått 12 månader och det är dags för byte.

4.11.1 Tillverkningsmetod för ränn dalen

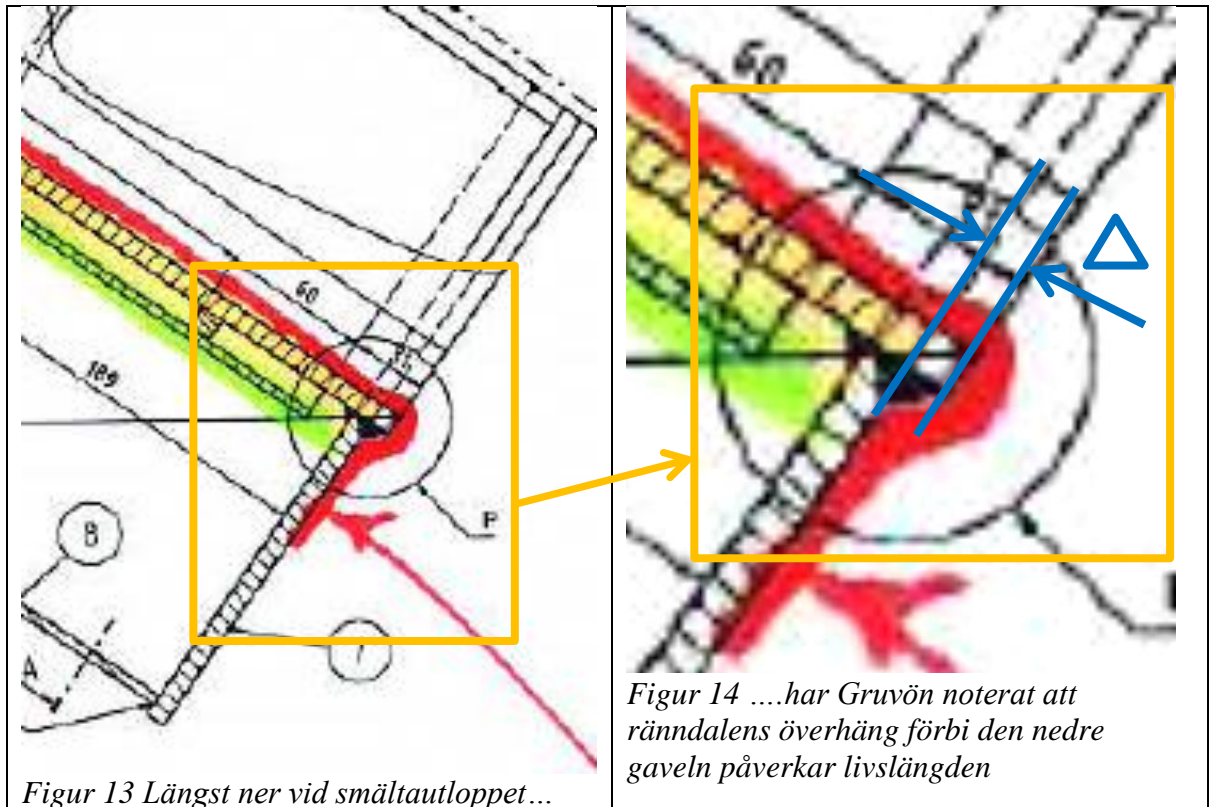
Gruvön T5 använder U-formade löprännor. Nu för tiden tillverkas U-formen genom att plåten rullas. Dessa löprännor fungerar bra. Tidigare tillverkades U-formen med hjälp av bockning, men då uppstod sprickor i vecken efter bockningen, Figur 12.



Figur 12 De röda strecken visar var sprickor återfanns efter drift. De gula pilarna visar märken efter bockningen vid rännans tillverkning

4.11.2 Detaljutförande vid smältautloppet

Gruvön har också noterat att ränn dalens överhäng nedanför löprännans gavel påverkar livslängden på löprännan, Figur 13 och Figur 14. Om överhängen blir för långt försämras kylningen och det uppstår skador.



Bilderna ovan visar det befintliga överhänget. Tidigare var överhänget större och därmed kylningen sämre vilket resulterade i sprickor/korrosion.

4.12 Konicitet och bredd på rännorna

Domsjö/Alfredshem anger att de behöver ha lite koniska löprännor för att få en bättre smältaavrinning. Med konisk menas att lite löprännorna är som bredast nere vid smältautloppet.

Även Husum TP8 upplever att de fått en bättre smältaavgång efter att de hade installerat en bredare löppöppning och även bredare löprännor.

Det finns uppgifter från 1966 om att konicitet minskar slitaget på löprännorna, se kapitel 6.4.

4.13 Insticksränna eller utanpåliggande ränna?

Det är 13 pannor som använder insticksrännor. Det är 10 pannor som använder sig av utanpåliggande rännor.

Av de pannor som tillkommit under 2000-talet har 4 av 5 insticksrännor. Om trenden håller i sig kommer insticksrännor bli helt dominerande.

4.14 Kolstål jämfört med vit ränna

De flesta pannor har en kolstålränna som på ett eller annat sätt har korrosionsskydd i form av påsvetsning eller compoundplåt. Kolstålrännor är inte lika känsliga för sprickbildning

som homogena vita rännor. Homogent vita rännor används på 6 pannor och för dessa sex pannor verkar prestandan vara tillfredställande.

Kolstål har högre termisk ledningsförmåga än rostfria legeringar. För att minska temperaturspänningarna på plåten i rännaldalen är hög termisk ledningsförmåga positivt, se vidare kapitel 6.4.

4.15 Godstjocklek i rännaldalen

Alla bruk vet inte godstjockleken på sina rännaldalar.

Den tunnaste rännaldalen rapporteras från Iggesund med 5,6 mm + påsvetsning om 2,5-3,0 mm vilket ger sammantaget 8 - 9 mm. Den vanligaste uppgivna tjockleken är 8 mm (Minst sju stycken pannor). Den tjockaste angivna är Billingsfors med 12 mm godstjocklek.

Medelvärdet för löprännornas tjocklek är 8,2 mm

Tjockare godstjocklek medför större temperaturspänningar och därmed större risk för sprickor. Om man har en stor godstjocklek (10 mm eller mer) och upplever sprickbildning i sina löprännor kan alltså en tunnare godstjocklek vara att föredra. En ansats för tjockleken kan vara 8 mm (kolstålsdel utan påsvetsning).

Aspa använder utanpåliggande löprännor. Tidigare har de haft problem med sprickor, bland annat i plåten som ligger emot pannan. Efter att de har reducerat godstjockleken på plåten har sprickorna reducerats och de uppges nu fungera bra.

4.16 Lutningen på löprännen

De bruk som svarat anger att deras löprännor lutar 30-40°.

Den enda panna som går utanför detta är Skutskär SP7 vars löprännor lutar 21,3°. Eftersom Skutskär SP7 är en problemränna kan det vara relevant att pröva en större lutning. Innan Skutskär prövar att förändra lutningen på rännan kan de pröva att installera en konisk ränna. Att installera en konisk ränna bedöms vara enklare/billigare än installera att rännor med förändrad lutning.

4.17 Nya eller renoverade löprännor?

Enkätsvaren visar att endast Husum TP6 och Husum TP8 renoverar löprännor och återmonterar dem för normal drift. Löprännorna renoveras dock till nyskick innan återmonteringen.

Skoghall SP5 har sex löphål. Två är pluggade varpå man alltså använder fyra löprännor i normal drift. Till de två löphål som är pluggade sätter Skoghall in renoverade löprännor. Det finns inga rapporter från Skoghall att detta skulle ha orsakat dem några problem.

Bedömningen är att en renoverad löpräanna kan se ut "som ny", men risken är att en renoverad löpräanna innehåller fler svetsar än en helt ny löpräanna. Det är betydligt vanligare att sprickor uppträder i och omkring svetsar jämfört med opåverkad plåt. Det är därför viktigt att den firma ska genomföra en renovering får information om att svetsar ska i

möjligaste mån undvikas där smälta kommer i kontakt med rännan.

Givetvis är påsvetsning av korrosionsskydd undantaget.

4.18 Temperatur på kylvattnet

Inom Sodahuskommitténs rekommendation B1 anges en lägsta in-temperaturen för kylvattnet till 55-60°C. Den högsta uttemperaturen i samma rekommendation anges till 75-85°C.

Genomsnittet för inkommande kylvattentemperaturen var 57,0°C. I löprännan uppger de flesta bruk en temperaturstegring på 3-5°C på kylvattnet.

Kylvattnets temperatur in till löprännorna ska vara ”lagom” varmt. Ett kallare kylvatten medför risk för kondensation och därmed korrosion på kolstålsdetaljer. Ett kallare kylvatten innebär ökade temperaturgradienter i plåten. Kondensation innebär också att smälta sprätter då den kommer i kontakt med vattendropparna.

Ett alltför varmt kylvatten har lägre säkerhetsmarginal till kokning. Om vattnet börjar koka tappar vattnet sin kylfunktion. Eftersom de allra flesta pannor har undertryckssystem på sina löprännor ligger koktemperaturen under 100°C. En tabell över vattnets kokpunkt vid olika (under)tryck visas enligt:

Absoluttryck		Temperatur
bar	kPa	°C
0,3	30	69,1
0,4	40	75,9
0,5	50	81,3
0,6	60	86,0
0,7	70	90,0
0,8	80	93,5
0,9	90	96,7
1,0	100	99,6

Det verkar som om kylvattnets in-temperatur in till rännan inte är avgörande. Till exempel anger Domsjö att de har en ingående kylvattentemperatur om 10-20°C beroende på årstid. Domsjö använder homogent rostfria löprännor som trots den låga temperaturen håller ett år utan att spricka. Eftersom Domsjö använder rostfria löprännor drabbas de inte av korrosion orsakad av kondensation.

4.19 Kylvattenflöde

De bruk som mäter vattenflödet uppger ett kylvattenflöde om 0,8-2,83 l/s och ränna. Medelvärdet är 2,08 l/s och ränna.

I Sodahuskommitténs rekommendationer anges att tillverkarens rekommendationer av kylvattenflödet ska följas. Andritz har för en sodapanna angett ett minflöde om 1,0 l/s, men ett börvärde om minst 1,5 l/s och ränna.

Ett exempel på ”lågt” kylvattenflöde är Väja SP2 med 1,33 l/s. Väja uppger att de är nöjda med prestandan för sina löprännor, men de har automatisk löprännespettning som går kontinuerligt vilken torde vara gynnsamt för att hålla löprännornas driftsförhållanden konstanta.

Billingsfors SP2 anger att kylvattenflödet är 0,8 l/s och ränna. Ett sätt att närma sig övriga pannors driftsförhållanden är att öka kylvattenflödet.

4.20 Kylvattenkvalitetens betydelse

I Sodahuskommitténs rekommendation B1 anges att kylvattnet bör vara avhärdat, totalavsaltat alternativt ångkondensat.

De allra flesta pannor, 18 stycken, använder totalavsaltat/dejonat kylvatten i löprännorna. Två pannor använder avhärdat vatten. Domsjöns två pannor använder kylvatten med råvattenkvalitet. Husum TP6 och Skoghall SP5 har mekaniskt renat vatten. Husum TP6 rapporterar också om omfattande beläggningar i löprännorna som försämrar kyleffekten.

De tre bruken som har mer problem med sina löprännor än övriga har vattenkvaliteter enligt:

Billingsfors SP2 använder sig av avhärdat vatten

Husum TP6 mekaniskt renat

Skutskär SP7 använder totalavsaltat vatten

Att använda totalavsaltat kylvatten i löprännorna är således ingen garanti för att undvika problem med löprännorna.

4.21 Manuell eller automatisk spettning

En fungerande automatisk spettning medför att löprännorna hålls rena och därmed har konstanta driftsförhållanden. Konstanta driftsförhållanden är gynnsamt för löprännornas livslängd.

Cirka sju pannor använder sig av automatisk spettning jämfört med 16 som i huvudsak använder manuell spettning. Något bruk har tröttnat på sin utrustning för automatisk spettning då den inte fungerar tillfredställande. Om den inte fungerar behöver man spetta manuellt. Den manuella spettningen kan bli svårare att genomföra om spettrroboten försvårar åtkomsten.

Det manuella spettningsintervallet varierar mellan pannorna. Den mest arbetsintensiva pannan är Billingsfors. Billingsfors har endast manuell spettning som genomförs upp till tre gånger per timme. De flesta bruk som har manuell spettning uppger att det genomförs varje eller varannan timme.

Skärblacka SP2 är den panna som har mest glest mellan spettningarna med endast ett par gånger per skift.

4.22 Val av korrosionsskyddslegering

Många/alla kolstålsrännor har påsvetsning nere vid smältautloppet. Några material som anges är Alloy 625, Celsit 706, Castolin 6804 XHD och Stellite 6. Det verkar som om samtliga verkar fungera tillfredställande för 12 månaders drift.

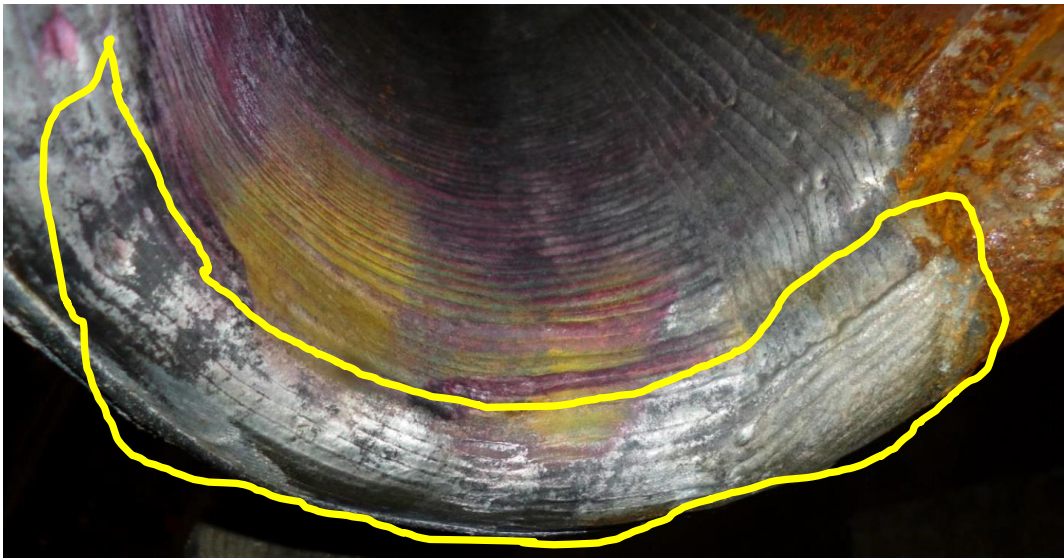
Skutskär SP7 använder compoundplåt istället för påsvetsning. Den yttre komponenten är Sanicro 38/Incoloy 135. De skador Skutskär SP7 har haft på sina löprännor i rännaldalen skulle kunna vara ett resultat av att de använder komppoundplåt.

4.23 Utbredning av påsvetsningen

De flesta bruk som använder sig av påsvetsning i löprännorna väljer att påsvetsa de nedersta 1-3 dm, men vissa löprännor har hela rännaldalen påsvetsad (eller påsprutad), eller åtminstone så långt upp man kan komma åt att påsvetsa.

Påsvetsningen kan läggas mellan kl. 3 till kl. 9.

Det är oftast viktigt att även den nedre gaveln behandlas, Figur 15.



Figur 15 Även den nedre gaveln (smältautloppet) är påsvetsad med korrosionsskyddslegering

Billingsfors har även varit tvungen att skydda undersidan vid smältautloppet, Figur 16. Det beror på hur mycket löprännan lutar. Om lutningen är brant/stor är risken mindre att smältan hänger kvar.

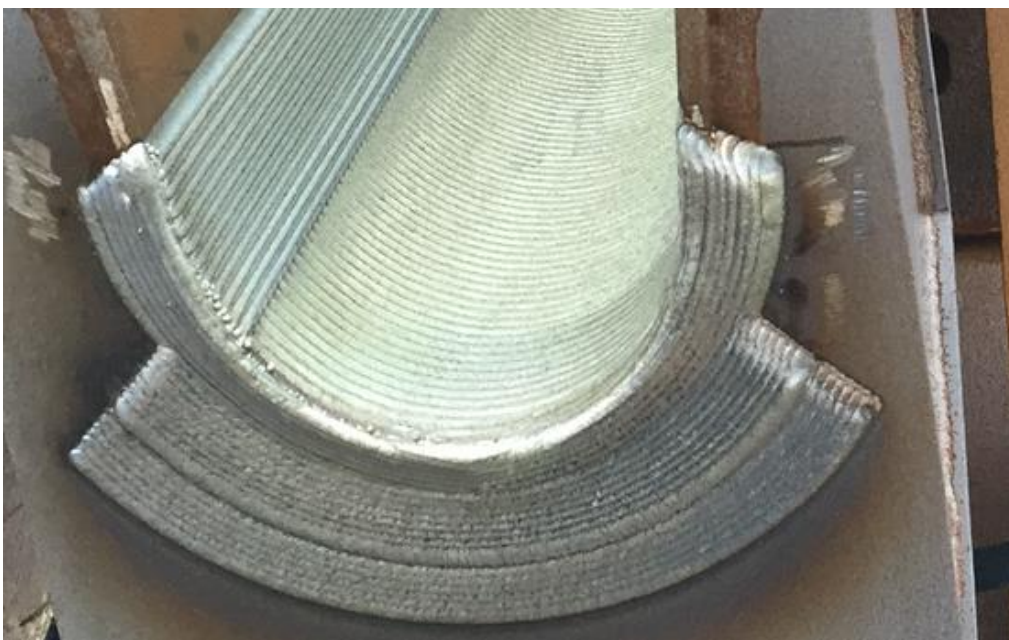


Figur 16 Detta fotografi är taget underifrån löprännan vid smältautloppet för att visa att den är korrosionsskyddad även cirka 5 cm på underkanten eftersom smältan inte släppte

4.24 Utförandet av påsvetsningen

Det är troligt att även utförandet av påsvetsningen påverkar slutresultatet.

En smalare svetselktrod leder till att grundmaterialet inte påverkas i så stor grad, Figur 17.

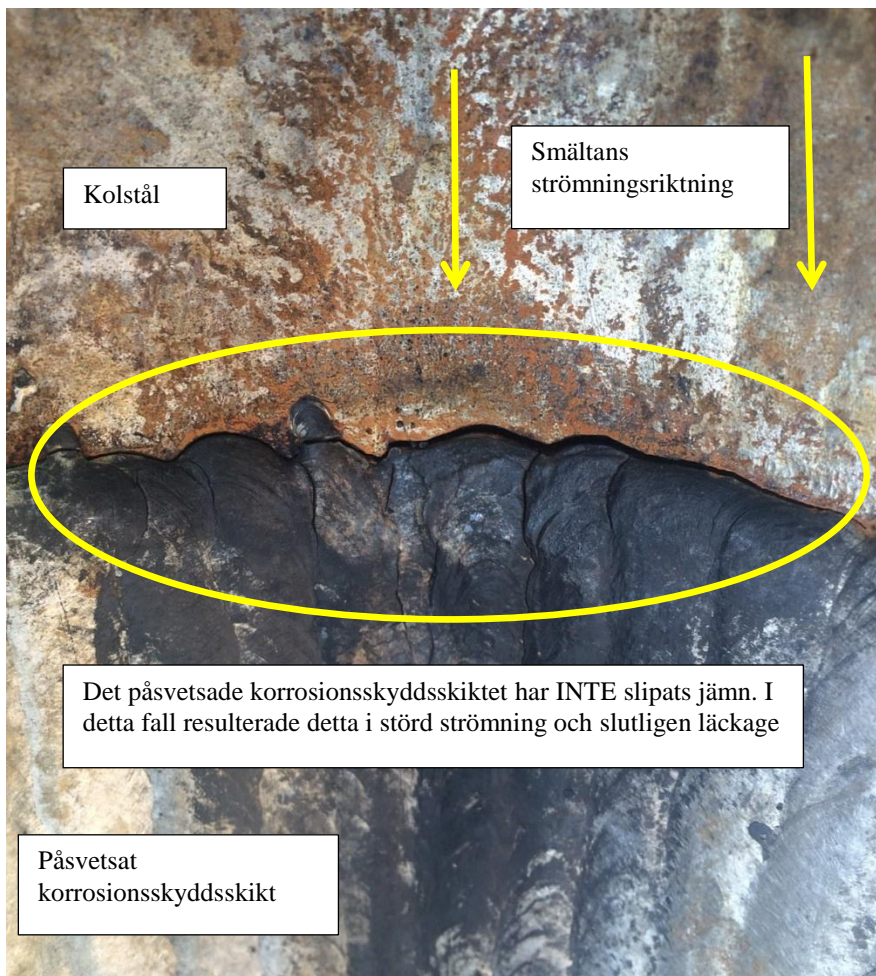


Figur 17 Vid påsvetsningen gäller att desto smalare/tunnare strängar desto bättre.

Påsvetsningens funktion är att skydda underliggande kolstål, utan att förändra kolstålets struktur och egenskaper.

4.25 Slipning i gränsen mellan kolstål och påsvetsning

Om man har en kolstålsränna och genomför påsvetsning ner mot smältautloppet är det närmast ett krav att övergången mellan det påsvetsade materialet och kolstålrännan slipas jämn. Figur 18. Om inte detta genomförs finns en onödigt hög risk för korrosion/erosion då smältans strömning i rännan påverkas.



Figur 18 I denna bild har gränsen mellan kolstål och påsvetsningen INTE slipats jämn

Skarpa kanter på påsvetsningen och därtill skillnader i godstjocklek ökar också spänningarna i området.

4.26 Normalt smältaflöde respektive smältarusningar

Sprickor i löprännor orsakas till största delen av termiska spänningar. Detta medför att en löpränna håller bäst när den arbetar under stabila förhållanden, utan smältarusningar. I enkäten till bruken ingick frågor på hur ofta och hur kraftiga eventuella smältarusningar är. Brukens svar på dessa frågor kan vara mer individuellt besvarade än många andra frågor i

enkäten.

När det gäller att värdera brukens svar på intensitet och periodisitet på smältarusningar har följande poängsystem använts:

Om ett bruk svarar att de har problem varje vecka med smältarusningar får bruket poängen "1" på smältarusningar.

Problem varje månad ger poängen "0,5".

Om bruken svarar att smältarusningar kan förekomma någon gång per år ger det poängen "0,1".

Summan för varje panna är 1. Det innebär att om ojämnt smältaflöde är "0,2" så är jämnt smältaflöde följaktligen "0,8".

Summan för "ojämnt smältaflöde" av bruken som svarat är 9,8.

Summan för "jämnt smältaflöde" av de bruk som svarat är 14,2.

Bedömningen är alltså att fler bruk har jämnt smältaflöde än ojämnt smältaflöde.

Två av de tre problempannorna (Billingsfors SP2 samt Skutskär SP7) får smältarusningspoängen "1". Detta indikerar att förekomsten av smältarusningar är en viktig parameter för löprännors livslängd.

Kraftig smältarusning kan innebära att kylvattnet i löprännan börjar koka. Om det uppstår kokning i löprännan innebär det en väsentlig försämring av kylningen av rännan. Temperaturen i plåten i rännan kommer att öka markant och närma sig smältans temperatur. Om/när smältan slutar rusa kommer kylningen börja fungera som avsett igen varpå temperaturen på plåten i rännan momentant kan sjunka flera hundra grader. Sådana här temperatursvängningar leder högst troligen till sprickbildning.

Vissa bruk anger att det förekommer mer smältarusningar i vissa löprännor än andra. Vissa bruk anger att de kan se på löprännornas förslitning efter en driftsäsong om de har suttit i en position som är mer utsatt för smältarusningar. Å andra sidan kan andra bruk inte se någon skillnad på löprännorna efter drift vilken/vilka löpränna som har suttit inne i en mer utsatt position.

5 Jämförelse med BLRBAC

BLRBAC (Black Liquor Recovery Boiler Advisory Committee) har rekommendationer för både utförande av löprännor och även för löprännekylningen. Deras hemsida är: www.blrbac.org. Deras rekommendationer är öppna/gratis.

Sodahuskommitténs löpränneundersökning överensstämmer i stort med de slutsatser som BLRBAC har kommit fram till. BLRBAC anger att den inkommande temperaturen på kylvattnet ska ligga mellan 60°-65,5°C. Sodahuskommitténs rekommendationen B1 anges istället en inkommande kylvattentemperatur på 55°-60°C.

Både Iggesund SP5 och Domsjö/Alfredshem P8 och P9 ligger ännu lägre och båda uppges fungera tillfredsställande

- Iggesund SP5 anger en inkommande vattentemperatur på 45°C och de kör sina löprännor i 18 månader. Under de fyra år pannan har varit i drift har inga läckor

skett.

- Domsjö klarar 12 månaders drift i sina rostfria löprännor med en inkommande temperatur på 10-20°C.

5.1 BLRBAC - Materials and welding guidelines for black liquor recovery boilers

I BLRBAC:s dokument "Materials and welding guidelines for black liquor recovery boilers" daterat april 2013 finns några tips för att undvika läckor på löprännor.

I kapitel "3.2.3 Causes of Corrosion" hävdas för smältautloppet i kolstålsrännor bland annat:

- Den ingående kylvattentemperaturen ska inte vara för låg på grund av risk för kondensation och därmed korrosion (Gäller endast kolstålsrännor)
- Hög(re) vätskenivå i smältalösartanken innebär en risk
- Imångventilationen ska vara tillräckligt hög för att reducera risken
- Smältasplitringen ska vara rätt inställd för att reducera risken för skador

När det gäller materilaval för påsvetsning av kolstålsrännor i rännaldalen gäller:

"3.2.4 Materials Solution – Weld Metal Overlay

The following materials applied in the form of weld overlay were reported to be successful in resisting corrosion and provide a minimum service life of twelve months.

- Austenitic Alloy Steel (18% Cr)
- Austenitic Alloy Steel (25% Cr)
- Inconel 625 (8 % Mo)
- Inconel 622 (12 % Mo)
- Hastelloy C276
- Alloy 72 (40 % Cr)

Weld overlay should be done from 3:00 to 9:00 positions on the spout to cover the tide line; overlay can be done over one foot at the discharge tip of the spout, and should cover the end plate, and wrap around to cover the bottom one inch of the outer trough. The transition inside the trough should be ground to provide a smooth transition of the different materials, or it can be applied the entire length of the spout trough.

The following material(s) applied in the form of weld overlay were reported to perform satisfactorily in some cases but not in others:

- Hastelloy C

The following material(s) applied in the form of weld overlay were reported to perform poorly:

- Inconel 600

Erosion at the transition from an eddy effect can cause early failure if a smooth transition is not prepared."

5.2 Good practice från BLRBAC – Safe firing of Black liquor in black liquor recovery boilers

I kapitel 9 i BLRBAC:s Recommended good practice ”Safe firing of Black liquor in black liquor recovery boiler” daterat april 2015 anges bland annat:

- Kvaliteten på kylvattnet i löprännor måste vara demineraliserat, ångkondensat eller motsvarande.
- Temperaturen på ingående kylvattnet till löprännor bör vara 60-65,5°C
- Maximala utloppstemperaturen bör vara 82°C
- Det bör finnas temperaturlarm om utgående kylvattentemperaturen blir för hög. (Omkring 85-93°C)
- Det ska finnas flödesmätare på rännorna för att upptäcka om kylvattenflödet blir för lågt.

6 Övrig läsning

6.1 Examensarbete 2001 av Per Johansson vid AssiDomän Kraftliner, Piteå

År 2001 genomförde Per Johansson ett examensarbete vid AssiDomän Kraftliner vid Piteå i Luleå Tekniska Universitet.

Detta examensarbete fokuserade på AssiDomän Kraftliner Piteås specifika löprännor. Löprännorna är korta instickrännor av Tampella modell. Det ingick beräkningar av kylvattenflödet. Detta är alltså till största delen en specifik studie, men den inkluderar även telefonintervjuer om löprännor från andra bruk.

Examensarbetet återfinns på Sodahuskommitténs hemsida: Rapporter/Övriga Dokument.

Vid en jämförelse mellan undersökningen 2016 och 2001 kan en tydlig trend bort från homogena rostfria löprännor konstateras. År 2001 hade 18 av 25 pannor löprännor i homogen rostfri legering vilket innebär 72% av antalet pannor. Vid undersökningen 2016 anges att endast sex av pannorna använder löprännor i homogen rostfri legering, vilket motsvarar kring 25%.

6.2 Sodahuskommitténs Rapport 2006-1 ”Säkerhet vid lösarplanet”

År 2006 slutförde Sodahuskommittén en studie ”Säkerhet vid lösarplanet”,

Detta arbete fokuserade mycket på smällar i löprännor och lösartankar. Endast ringa arbete ägnades åt skador respektive livslängd på löprännor.

Rapporten återfinns på Sodahuskommitténs hemsida, Rapport 2006-1.

6.3 Arbete inom Finska Sodahuskommittén

Finska Sodahuskommittén håller på med en studie av problemen med läckande löprännor. Hittills har de inte hunnit få fram så många slutsatser, men några slutsatser är:

- De största problemen var erosion vid smältautloppet.
- Ett bruk som hade haft problem med läckor i löprännan sänkte vätskenivån i lösartanken. Efter sänkningen har inga läckor rapporterats

- Ett bruk hade för stort undertryck på kylvattnet i löprännan vilket troligen medfört att vattnet kokat varpå kylningen upphört.
- Det har förekommit kvalitetsproblem med att svetsarna på nya rännor inte har varit tillfredställande.

Studien är ännu inte slutförd. Hösten 2017 kommer den finska Sodahuskommittén att påbörja arbetet med en rekommendation i ämnet.

6.4 Sodahuskonferensen 1974 och 1975

Vid Sodahuskonferenserna 1974 och 1975 berördes löprännor. Denna dokumentation har samlats på Sodahuskommitténs hemsida under flik ”Rapporter/Övriga dokument”.

Enligt erfarenhet från Combustion Engineering är det bästa löprännematerialet rent järn, med en kolhalt om 0,02%. Combustion Engineerings erfarenhet stöddes av att Armco-järn uppvisade låg korrosion. ARMCO-järn (American Rolling Mill Co) är rent järn med mycket låga halter av kol, kisel, mangan, svavel och fosfor.

I dokumentet finns en tabell med den termiska ledningsförmågan för knappt 20 olika legeringar. Den termiska ledningsförmågan spelar roll för temperaturspänningarna i rännan.

I sammanställningen anges att man redan 1966 hade prövat att ha löprännor med viss konicitet, dvs att rännan är som smalast närmast pannan och bredare längre ner emot smältautloppet. Denna koniska utformning upplevdes som positiv.

Försök skulle genomföras på Domsjöns med ett omvänt compoundstål, en sida med austenitisk rostfri legering med tjockleken 1 mm in emot kylvattensidan och den del av rändalen som är i kontakt med smältan utförd i 7 mm kolstål.

7 Slutsats

Om ett bruk upplever att de har problem med att löprännorna inte håller för drift under 12 månader ska de inte misströsta. De allra flesta bruken har kommit fram till ett löpränneutförande som står pall för en driftsäsong. Det gäller bara att ha modet att prova nya utföranden. Det finns gott om parametrar att laborera med.

Om ett bruk har problem med sina befintliga löprännor och de har möjlighet att fritt påverka förändrat utförande av sina löprännor med kringsystem skulle följande strecksatser vara informativa alternativt gynnsamma:

- I delen som handlar om förbränningsteknik i utbildningsmaterialet för certifieringsutbildningen finns en ”förbränningskurva” som ska hjälpa till att hitta förbränningsparametrar som ska leda till stabilt smältaflöde. Till grund för förbränningskurvan ligger data från sex bruk som upplever stabil förbränning. Om man upplever orolig förbränning/smältaavgång kan man försöka närma sig förbränningskurvan i sin panna, det vill säga anpassa torrhalten och brännlutstemperaturen. Om man har stabil förbränning ökar chanserna att även smältaavrinningen är stabil och skonsam mot löprännorna.

- Löprännan ska inte göras längre än vad som är nödvändigt. De största problemområdena är smältainloppet, gränsen mellan kolstålsränna/påsvetsningen samt vid smältaavrinningen. Dessa tre områden kommer man inte ifrån, men det förekommer sprickor i rännan. Ju kortare rännan man har desto mindre exponerad längd har man.
- Flera bruk rapporterar att smältan rinner olika bra i löprännorna beroende på smältans temperatur. Om ett bruk har problem med sina löprännor rekommenderas att utrustning för temperaturmätning införskaffas samt data börjar samlas in.
- I grunden en kolstålsränna eftersom kolstål inte är lika känsligt som vita rännor vad gäller sprickor. (Domsjö/Alfredshem har dock provat kolstålsrännor, men fick problem med dem och har nu återgått till homogent rostfria rännor.)
- Om löprännan har U-form så finns inga uppenbara spänningskoncentrationer vid bockningar. BillerudKorsnäs Gävle har U-formade rännor i vitt material. Under en driftsäsong spricker dessa rännor ändå, men inte hela vägen genom godset.
- U-formen bör tillverkas med rullning och inte genom bockning eftersom rullning ger mindre spänningskoncentrationer jämfört med bockning.
- Smältaavrinningen verkar gagnas av att löprännorna har en viss konicitet. Med konicitet menas i detta fall att rännan är som smalast närmast pannan. Ju längre ner emot smältautloppet desto bredare blir löprännan.
- Ner emot smältautloppet påsvetsas kolstålsrännan med korrosionsskyddande elektrod. En ansats kan vara de nedersta 1-3 dm. Påsvetsningen kan göras mellan kl. 3 och klockan 9. (Gruvön med flera bruk påsvetsar eller påsprutar nästan hela löprännans längd)
- Även den nedre gaveln och ibland även på undersidan av löprännan påsvetsas.
- Det påsvetsade korrosionsskyddet ska påsvetsas på underliggande kolstål "mjukt". Med mjukt menas i detta fall att liten elektroddiameter används så att minimal strukturförändring skapas i det underliggande kolstålet. Hellre fler tunnare svetsstänger än färre och bredare.
- I rännan ner emot smältautloppet, där påsvetsningen börjar ska påsvetsningen slipas jämn så det inte uppstår virvelbildning/störd strömning på smältan vilket medför erosion.
- Svetsning skapar oftast kvarvarande spänningar och strukturförändringar. Om en löpränna renoveras ökar troligtvis mängden svetsfogar vilket går emot målet att hålla nere svetsningen till en låg nivå.
- Om man har ett varmare kylvatten in till rännan blir det en aning mindre temperaturgradient i godset. Å andra sidan ökar risken för att vattnet börjar koka och bilda en ångfilm inuti löprännan om det blir smältarusning. En låg temperatur på kylvattnet ökar risken för kondensation och därmed korrosion på kolstålsdelar. Sodahuskommitténs rekommendation B1 anger en lägsta in-temperatur för kylvattnet om 55-60°C). De bruk som har svarat och har temperaturmätning på inkommande kylvattentemperatur ger ett medel på 57,0°C. I detta medelvärde är Domsjö P8 och P9 borträknade. Domsjö P8 och P9 anger en inkommande temperatur på kylvatten om 10-20°C och det ligger så långt ifrån medelvärdet så att inkludera de vore inte helt korrekt. (Kylvattnet till löprännorna i Iggesund SP5 har en inkommande temperatur om 45°C och det fungerar bra. BLRBAC rekommenderar inkommande temperatur om 60-65°C.
- Den genomsnittliga temperaturökningen på kylvattnet i rännorna uppges till

4,25°C. Troligtvis är detta i överkant eftersom två bruk anger en temperaturstegring på cirka 10°C. Dessa två drar upp genomsnittet. Om dessa två bruk dras bort hamnar den genomsnittliga temperaturhöjningen på 3,58°C vilket bedöms vara mer rimligt.

- Det genomsnittliga kylvattenflödet för rännorna i denna undersökning var 2,07 l/s och ränna. Billingsfors som har lågt belastade problemrännor låg på cirka 0,9 l/s och ränna. Mönsterås som har högt belastade och ändå väl fungerande löprännor uppgav 2,17 l/s och ränna. Om en panna använder sämre kvalitet på matarvattnet kan man tänka sig att ett högre flöde i löprännan skulle vara positivt. Ett högre flöde skulle kunna tänkas "skölja bort" beläggningar.
- Kylvattenkvaliteten ska vara behandlat så det inte uppstår insidiga beläggningar i löprännorna. Detta är dock inte garanti för att inte få problem. (Skutskär SP7 använder sig av totalavsaltat vatten, men får problem ändå, dock inte relaterade till kylvattnet.)
- Genom att använda en fungerande automatisk löpränsespättning håller man löprännornas driftsmiljö konstant. Med det menas att smältan kan rinna jämnt utan de temperaturgradienter som kan uppstå vid igensättningar och efterkommande spättning.
- Förutom parametrarna i strecksatserna ovan finns ytterligare information om pannor/löprännor/driften i den tillhörande excel-filen, bilaga 2. Det rekommenderas att filen läses som en idébank för ytterligare förändringar om ett bruk har problem.

Vid en jämförelse med undersökningarna 2016 och 2001 kan det konstateras att användningen av löprännor i homogen rostfri legering är i avtagande. År 2001 hade 18 av 25 pannor löprännor i homogen rostfri legering vilket innebär 72%. Vid undersökningen 2016 anges att endast sex av pannorna har löprännor i homogen rostfri legering.

Sodahuskommittén tar även i fortsättningen gärna emot information om löprännor. Både information om löpränsförsök som medfört förbättrad funktion, men även försök som inte har fallit väl ut.

Skadegruppen tar gärna del av de skador som inträffar på bruken.

8 Ansvarsfriskrivning

Detta dokument utgör endast ett dokument över vad som förekommit vid möte med medlemmar i Sodahuskommittén. Informationen i detta dokument är enbart avsedd för Sodahuskommitténs medlemmar. Det är upp till varje medlem eller annan part som tar del av innehållet i dokumentet att på egen risk och eget ansvar följa de rekommendationer och riktlinjer som i förekommande fall kan anses följa av dokumentets innehåll. Sodahuskommittén fränkskriver sig allt ansvar för fel och skada oavsett orsak som kan följa av att rekommendationer eller riktlinjer följs. Det är upp till varje medlem eller annan part att själva, i sin riskbedömning, avgöra om man vill följa Sodahuskommitténs rekommendationer och riktlinjer. Det åligger varje medlem eller annan part att, vid tillämpningen av rekommendationer och riktlinjer, stämma av med tillämpliga myndigheter att rekommendationerna och riktlinjerna är i överensstämmelse med gällande rätt och andra föreskrifter.

Sodahuskommittén

Löprännestudie 2016

Bruk:

Panna:

1 Bakgrund

Läckande löprännor i sodapannor är en källa till oavsiktliga stopp på flera anläggningar. Under år 2015 rapporterades in tre incidenter med läckande löprännor under drift. Hittills under 2016 har två incidenter med läckande löprännor rapporterats in. Läckande löprännor är såklart förenat med fara för liv och lem. Förutom personskaderisken är detta alltså ett område som orsakar mycket stilleståndstid och därmed ekonomiskt avbräck

Hur länge en löpränna kan vara i drift utan att ta skada eller haverera beror till största delen på hur jämt smältaflödet är och således på förbränningstekniska parametrar. Ett jämt smältaflöde utan störningar är den bästa driftsmiljön för löprännor.

Denna studie berör ändå bara ytligt de förbränningstekniska parametrarna. Studiens fokus ligger på att identifiera parametrar som gör löprännor mer robusta/tåliga och därmed även stå pall bättre mot smältarusningar.

Vid styrelsemötet 2016-1 den 21:a april togs beslut om att denna löprännestudien skulle genomföras under verksamhetsåret. Gissningsvis tar det omkring två timmar att fylla i formuläret.

2 Pannlayout

Angivna uppgifter kommer från Sodahuskommitténs kunskapsarkiv och kan vara korrekta eller felaktiga...

Vilken förbränningskapacitet kör ni med i normalfallet i er panna? (tex. ton ts/dygn, ange om det är med eller utan aska, ...):	
Vilket är utgående ångflödet, utgående trycket och utgående ångtemperatur?	
Eftersom utgående ångflöde påverkas av var man tar ut sotången: Var tar ni ut er sotånga?: <ul style="list-style-type: none">- Internt (någonstans mellan överhettarstegen) eller- Externt (tas ut från utgående huvudångledning eller därefter)	
Hur många löprännor i drift har er panna? (tex totalt sex, men i normalfallet använder vi bara	

fem...)	
Hurdan botten har pannan? (tex lutande eller dekanterande...)	

3 Drift och smältaegenskaper

3.1 Lutsprutor och Brännlut

Vad är er normala temperatur på brännluten?	
Vad är er normala torrhalt på brännluten?	
Vad har ni normalt för tryck på brännluten? (Ange om det är trycket i ringledningen eller i lutsprutan eller ange båda)	
Vilken sorts lutinsprutning har ni? (tex läppspruta, beer-cans)	
Hur många lutsprutor är normalt i drift?	
Vad är det för diameter på munstycket?	
Övrigt: (tex vi har provat xx och yy, men då hände zz)	

Vissa bruk anser att de genom att aktivt anpassa luttemperaturen efter luttorrhalten så bidrar det till en stabilare lutförbränning. Vi kan kalla denna torrhalts-temperaturkurva en "förbränningskurva", bild 54 i Figur 3.1. Denna kurva är en del i arbetet för stabil förbränning.

Förbränningsteknik i sodapannor

Luttemperaturstyrning

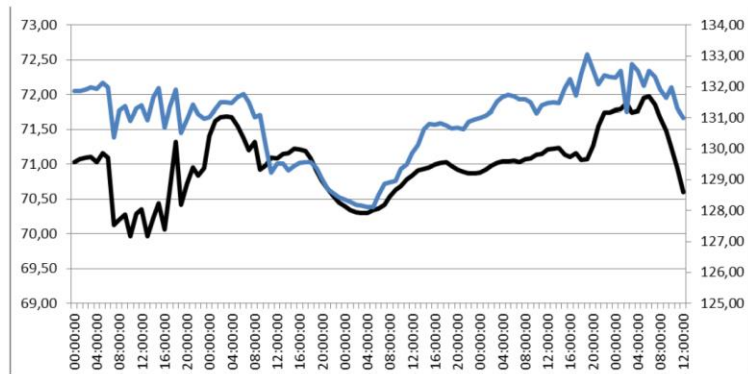


Bild 53: Panna med luttemperaturstyrning efter torrhalt. Svart=torrhalt, Blå=luttemperatur.

Variationer i torrhalt stör lutspridningen kraftigt eftersom variationen i torrhalt även innebär variation i lutens viskositet. Det betyder att lutdropparnas storlek ändras när torrhalten ändras. För att motverka det bör det finnas en luttemperaturreglering som styrs efter lutens torrhalt. I bild 53 visas ett exempel från en sodapanna där luttemperaturen regleras efter lutens torrhalt. Bild 54 visar luttemperatur vid olika torrhalter baserat på uppgifter från 6 svenska bruk med stabil lutförbränning.

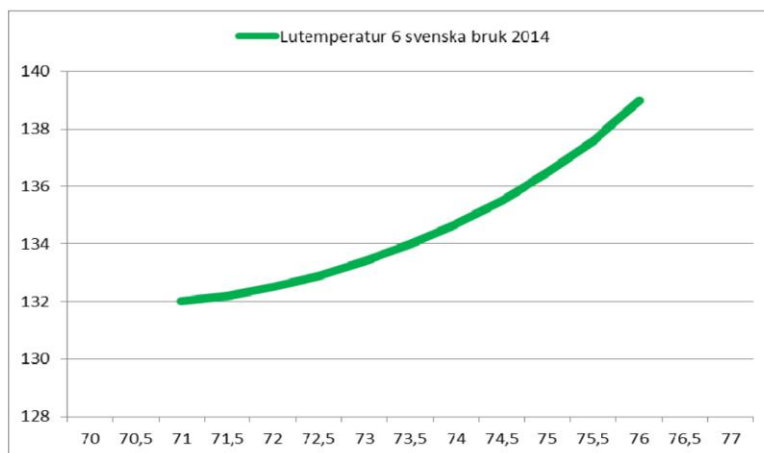


Bild 54: Luttemperatur vid olika torrhalter baserat på uppgifter från 6 svenska bruk 2014.

Det finns dock ingen garanti att smältarusningar inte uppstår även om kurvan följs. Därför ställer vi nästa frågor.

Styr ni aktivt luttemperaturen efter torrhalten och hur?	
Om/när ni skiftar mellan barrlut och lövlut, finns det någon strategi i fråga om torrhalt-temperaturer-spruttryck och sprutvinkel? Om ja, beskriv den.	
Övriga kommentarer?	

3.2 Smältaegenskaper

Vet ni er normala temperatur på smältan i löprännorna och hur den varierar?	
Vad har ni för sulfiditet och hur varierar den?	
Övrigt:	

4 Löprännedesign

Det har visat sig att hur högt upp på pannväggen löphålen sitter har effekt på smältarusningarna. Ett bruk höjde sina löphål och då minskade smältarusningarna.

Väggтруber som formar löpöppningen

Δ cm

Löpränna

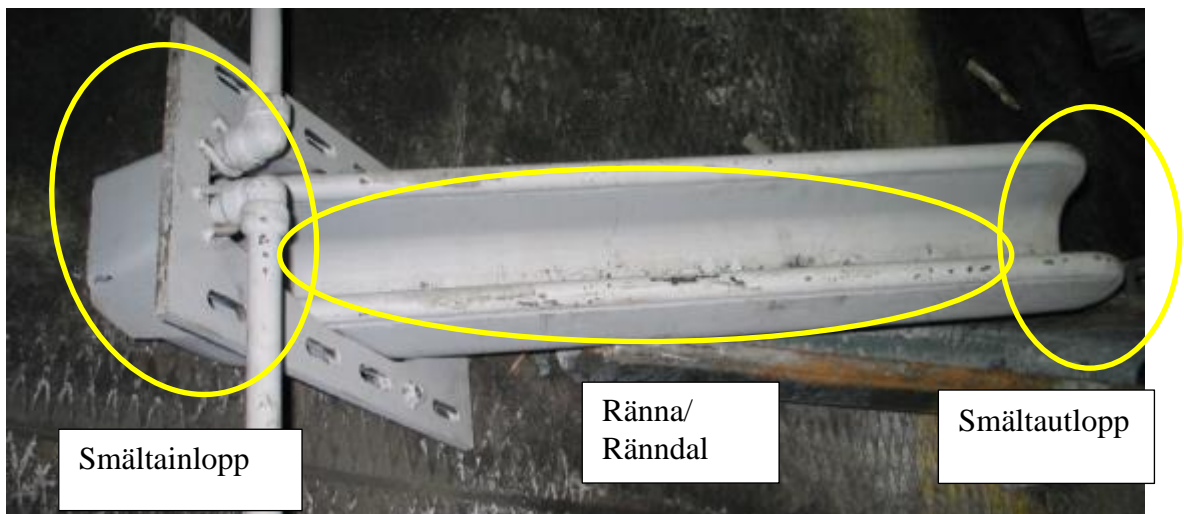
Ett sätt att ange höjden för löpöppningen är att ange från bottenuberna till höjden där smältan kan rinna in i löprännan

På vilken höjd sitter löphålen? (Tex från pannbottens gip upp till löpränegipen eller ange på annat sätt. Beskriv vilket mått du anger)	
Övrigt:	

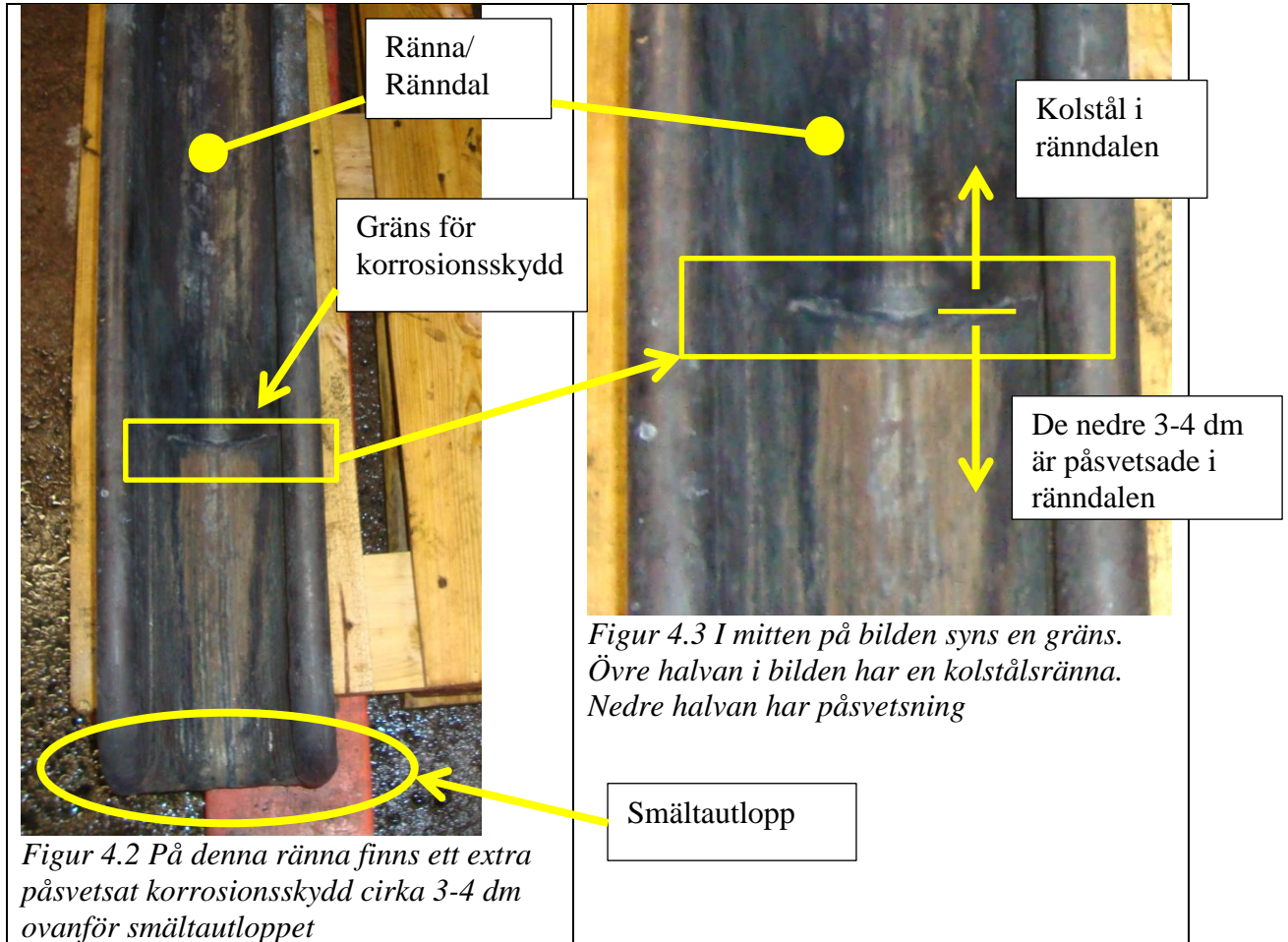
4.1 Nomenklatur för löprännorna i detta arbete

I detta arbete benämns löprännans delar enligt följande, Figur 4.1 till Figur 4.3:

- Smältainlopp:** Den delen som är instucken i pannan alternativt sitter bultad emot pannan. Det är här smältan kommer i kontakt med löprännan
- Ränna/rännadal:** Den del av rännan som är sluttande.
- Korrosionsskyddsgräns:** Gränsområde mellan normal rännadal och eventuellt extra Korrosionsskydd på nederdelen. Vissa löprännor saknar denna del.
Det finns rännor som har extra korrosionsskydd längs hela rännan och därmed saknar denna korrosionsskyddsgräns.
- Smältautlopp:** Den nedersta cirka decimetern där smältan lämnar löprännan och rinner ner i lösartanken. Till detta område hör också nedre gavel på löprännan samt några centimeter på undersiden av rännan på grund av eventuellt ”bakflöde”.




Figur 4.1 Denna ränna saknar en gräns för korrosionsskydd



4.2 Utformning av löprännor

Vilken design av löprännor har ni? (tex Tampella, Götaverken, Andritz... Bifoga gärna fotografi)	
Vilken leverantör av löprännor har ni?	
Hur långa är löprännorna?	
Vilken form har rännaldalen? (tex V-formad, U-formad eller mjuk V-formad)	

	
<p>”Mjuk V-formad” ränna</p>	
<p>Hur ansluter löprännan till pannan (tex insticksränna, utanpåliggande ränna...)</p>	
<p>Vilken legering använder ni i löprännorna (tex kolstål, homogent rostfritt SS 2343, compoundplåt, kolstål med påsvetsning av ...)</p>	
<p>Vad har ni för godstjocklek i rännan? (tex homogen 8 mm kolstål, 6 mm kolstål och 2 mm påsvetsat...)</p>	
<p>Om ni har påsvetsade löprännor hur mycket är påsvetsat? (tex de nedersta cirka 3 dm, hela rännan mellan klockan 3 och 9 etc...)</p>	
<p>Vet ni lutningsvinkeln på löprännorna?</p>	
<p>Vad har ni tidigare provat för löpränneutformning och vad har ni för erfarenheter? (tex. material, påsvetsning av...)</p>	
<p>Övrigt:</p>	

4.3 Kylvattensystem till löprännorna

<p>Vilken är den normala kylvattentemperaturen in till rännan?</p>	
<p>Vilken är den normala kylvattentemperaturen ut från rännan alternativt temperaturstegring?</p>	
<p>Vet ni hur stort kylvattenflödet är i rännorna? (tex liter/sekund eller m³/h)</p>	
<p>Har ni övertryckssystem eller undertyckssystem och kan ni ange trycket i</p>	

löprännorna?	
Vad har ni för kylvattenkvalitet i rännorna? (tex mekaniskt renat, totalavsaltat...)	
Vilka kylvattensystem har ni tidigare provat och vad har ni för erfarenheter av dem?	
Övrigt:	

4.4 Spettning av löprännor

Har ni automatisk eller manuell löpräntespettning?	
Hur ofta spettar ni manuellt eller automatisk?	
Om ni har automatiskt löpräntespettning. Viket fabrikat/modell har ni?	
Är ni nöjda med den och varför/varför inte?	
Övrigt:	

4.5 Löpränteutseende efter drift generellt

För att denna studie ska ge så bra resultat som möjligt ska vi bryta ner pannorna ända ner till varje enskild löpränta. Om ni tex har problem med en av tre löpräntor vore det bra om detta kan framgå i era svar. Informationen om att två av tre löpräntor fungerar bra är också viktig in-data för oss.

Vilken erfarenhet har ni av era löpräntor (tex våra löpräntor fungerar perfekt, läcker på grund av sprickor eller godsfortunning...)	
Om ni har haft problem med löpräntorna var på rännan sker problemen (tex insticksdelen, sprickor i rännan...)	
Hur länge har ni löpräntorna i drift innan ni byter? (tex var 6:e månad, var 12:e månad, var 18:e månad...)	
Varför byter ni? (tex så har vi alltid gjort, för säkerhetsskull, sprickor är synliga, godsfortunning, beläggningar på vattensidan...)	
Sätter ni in helt nya löpräntor eller renoverar ni?	
Om ni renoverar, hur många driftsperioder uppnår ni i bästa fall?	
Övrigt:	

4.5.1 Smältainlopp specifikt

Finns korrosion/godsförtunning i smältainloppet? (var och hur?)	
Finns sprickbildning vid smältainloppet? (var och hur?)	
Övrigt:	

4.5.2 Rännadal specifikt

Finns korrosion/godsförtunning i rännaldalen? (var och hur?)	
Finns sprickbildning i rännaldalen? (var och hur?)	
Övrigt:	

4.5.3 Vid korrosionsskyddsgräns specifikt

Finns korrosion/godsförtunning vid gränsen för korrosionsskyddet?	
Finns sprickbildning vid gränsen för korrosionsskyddet?	
Finns korrosion/godsförtunning mellan korrosionsskyddsgränsen och smältautloppet?	
Finns sprickbildning mellan korrosionsskyddsgränsen och smältautloppet?	
Övrigt:	

4.5.4 Vid smältautloppet

Finns korrosion/godsförtunning vid smältautloppet? (var och hur?)	
Finns sprickbildning vid smältautloppet? (var och hur?)	
Övrigt:	

4.6 Era tidigare erfarenheter av löprännor:

Tidigare har vi provat med (tex. material, påsvetsning, kylvattenflöde etc.) och då hände detta....

4.7 Smältasplittring

Använder ni smältasplittring?	
Om ja, använder ni enbart ånga eller enbart svaglut eller blandning eller...?	
Hur ofta justerar ni smältasplittringen för att ni ska erhålla en god splittring?	
Vilket underhåll har ni på utrustningen?	
Övrigt...	

5 Driftsstörningar

5.1 Smältarusningar

Förekommer smältarusningar? (tex en gång i veckan, en gång i månaden, en gång per kvartal, aldrig, inte nu längre på grund av ...)	
Kan ni kvantifiera/beskriva eventuell smältarusning?	
Är det alltid samma löprännor som det rusar smälta ifrån?	
Om det finns löprännor som är mer utsatta än andra för smältarusning syns detta när man byter löprännor?	
Har ni gjort mätningar på smältans temperaturer när det är smältarusningar? Om ja, är smältatemperaturen högre eller lägre än normalt?	
Övrigt:	

6 Historik och tidigare genomfört arbete

6.1 Examensarbete 2001 av Per Johansson vid AssiDomän Kraftliner, Piteå

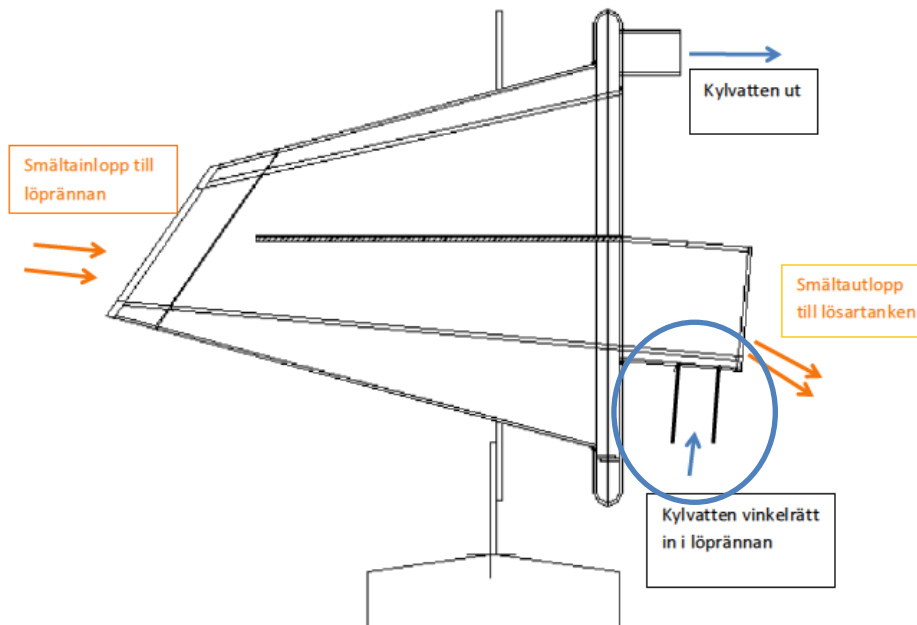
År 2001 genomförde Per Johansson ett examensarbete vid AssiDomän Kraftliner vid Piteå i Luleå Tekniska Universitet. Examensarbetet ligger på Sodahuskommitténs hemsida/Rapporter/Övriga Dokument.

Detta examensarbete fokuserade på AssiDomän Kraftliner Piteås specifika löprännor. Löprännorna är korta instickrännor av Tampella modell. Det ingick beräkningar av kylvattenflödet. Detta är alltså till största delen en specifik studie, men den inkluderar även telefonintervjuer om löprännor från andra bruk.

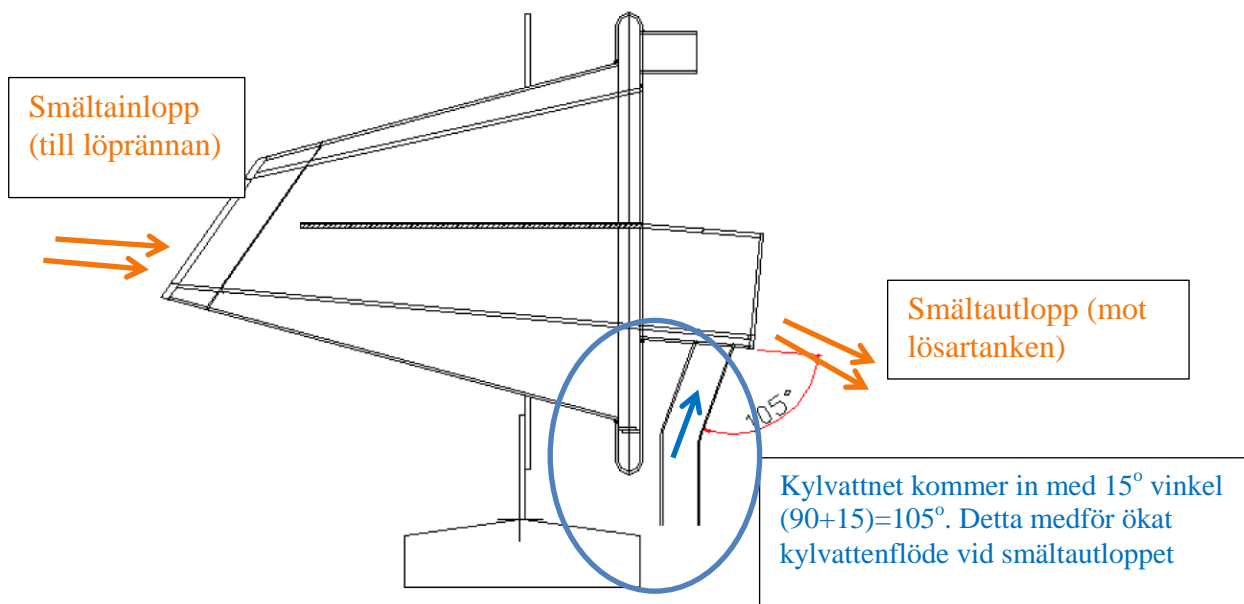
Resultatet av examensarbetet rekommenderade:

- En förändring av ”styrplåtarna” inuti rännan som skulle medföra att kylvattnet bättre skulle kyla smältainloppet
- En ökad vinkel om 15° där kylvattnet går in i rännan. Med vinkelförändringen ökar

kylvattenflödet vid smältautloppet, Figur 6.1 och Figur 6.2



Figur 6.1 Innan examensarbetet: Kylvattnets inlopp till löprännen var vinkelrätt



Figur 6.2 Efter examensarbetet: I examensarbetet föreslogs att det inkommande kylvattnet skulle riktas 15° mot smältautloppet för att förbättra kylningen

6.2 Sodahuskommitténs Rapport 2006-1 "Säkerhet vid lösarplanet",

År 2006 slutförde Sodahuskommittén en studie "Säkerhet vid lösarplanet", Sodahuskommitténs Rapport 2006-1. Detta arbete fokuserade mycket på smällar i löprännen och lösartankar. Ganska lite ägnades åt skador respektive livslängd på löprännen.

6.3 BLRBAC - Materials and welding guidelines for black liquor recovery boilers

I BLRBAC:s dokument "Materials and welding guidelines for black liquor recovery boilers" daterat april 2013 som ligger på hemsidan www.blrbac.org finns några tips för att undvika läckor.

I kapitel "3.2.3 Causes of Corrosion" hävdas för smältautloppet i kolstålsrännor bland annat:

- Den ingående kylvattentemperaturen ska inte vara för låg på grund av risk för kondensation och därmed korrosion
- Hög(re) vätskenivå i smältlösartanken innebär en risk
- Imångventilationen ska vara tillräckligt hög för att reducera risken
- Smältasplittringen ska vara rätt inställd för att reducera risken för skador

När det gäller materialval för påsvetsning av kolstålsrännor i rännaldalen gäller:

"3.2.4 Materials Solution – Weld Metal Overlay

The following materials applied in the form of weld overlay were reported to be successful in resisting corrosion and provide a minimum service life of twelve months.

- Austenitic Alloy Steel (18% Cr)
- Austenitic Alloy Steel (25% Cr)
- Inconel 625 (8 % Mo)
- Inconel 622 (12 % Mo)
- Hastelloy C276
- Alloy 72 (40 % Cr)

Weld overlay should be done from 3:00 to 9:00 positions on the spout to cover the tide line; overlay can be done over one foot at the discharge tip of the spout, and should cover the end plate, and wrap around to cover the bottom one inch of the outer trough. The transition inside the trough should be ground to provide a smooth transition of the different materials, or it can be applied the entire length of the spout trough.

The following material(s) applied in the form of weld overlay were reported to perform satisfactorily in some cases but not in others:

- Hastelloy C

The following material(s) applied in the form of weld overlay were reported to perform poorly:

- Inconel 600

Erosion at the transition from an eddy effect can cause early failure if a smooth transition is not prepared."

6.4 Good practice från BLRBAC – Safe firing of Black liquor in black liquor recovery boilers

I kapitel 9 i BLRBAC:s Recommended good practice "Safe firing of Black liquor in black

liquor recovery boiler” daterat april 2015 som ligger på hemsidan www.blrbac.org hävdas bland annat:

- Kvaliteten på kylvattnet i löprännor måste vara demineraliserat, ångkondensat eller motsvarande.
- Temperaturen på ingående kylvattnet till löprännor bör vara 60-65,5°C
- Maximala utloppstemperaturen bör vara 82°C
- Det bör finnas temperaturlarm om utgående kylvattentemperaturen blir för hög. (Omkring 85-93°C)
- Det ska finnas flödesmätare på rännorna för att upptäcka om kylvattenflödet blir för lågt.

6.5 Resultat från Finska Sodahuskommittén

Finska Sodahuskommittén håller på med en studie av problemen med läckande löprännor. Hittills har de inte hunnit få fram så många slutsatser, men några slutsatser är:

- De största problemen var erosion vid smältautloppet.
- Ett bruk som hade haft problem med läckor i löprännan sänkte vätskenivån i lösartanken. Efter sänkningen har inga läckor rapporterats
- Ett bruk hade för stort undertryck på kylvattnet i löprännan vilket troligen medfört att vattnet kokat varpå kylningen upphört.
- Det har förekommit kvalitetproblem med att svetsarna på nya rännor inte har varit tillfredställande

Studien är ännu inte slutförd. Hösten 2017 kommer de påbörja arbetet med en rekommendation i ämnet.

7 Du gör skillnad!

Om man ansätter att det tar tre timmar att svara på detta formulär per panna. Timpris 750 kr ger att varje bruks insats är 2.250 kr respektive 4.500 kr per bruk.

Totalt 27 pannor ger kanske 60.000 i arbetskostnad för brukens tid. Med andra ord är det snabbt intjänade pengar/tid om läckorna blir färre.

8 Kontaktuppgifter

Från Sodahuskommitténs sida ansvarar jag (David Good) för denna studie. Jag hjälper gärna till att besvara frågor och assisterar er.

David Good

David.good@dekra.com

Tel :+46-(0)10-455 17 54

Mob: +46-(0)70-534 67 05

Bilaga 2 till Sodahuskommitténs rapport 2016-2 Löprännor

Bilagan är en excel-fil som ligger på Sodahuskommitténs hemsida tillsammans med Rapport 2016-2.

Exjobb Löprännor 2001								Exjobb Löprännor 2001							
Panna	Ojämt smältaflöde (text)	Löprännebeskrivning (text)	Tillverkare	Grundmaterial	Påsvetsningslegering	Ingående temperatur på kylvattnet (oC)	Skador på rännorna (text)	Beskrivning av skador vid smältainlopp vid ordinarie byte (text)	Beskrivning av skador längs rännadalen vid ordinarie byte (text)	Beskrivning av skador vid smältautloppet vid ordinarie byte (text)	Hur lång är den ordinarie driftsperioden	Anmärkning	Bruk	Panna	
ASP3	Ja till och från. Sjöar bildas	Götaverken	ÖMV	SS2343	Hårdare elektrod i nosen	55-60	Erosion i utloppet			Erosion vid utloppet	12 månader, inga problem mellan stoppen		21	ASP3	
BÄC3	Inga större problem	Götaverken	Lokal verkstad	Kolstål		60-70	I spetsen i 9 fall av 10.	90% av skadorna sker vid spetsen			6 mån	I spetsen i 9 fall av 10. Testat att metallisera rännorna, men inga förbättringar	6	BÄC3	
FRÖ3	Ja!	Götaverken		Kolstål			Blir tvärsprickor i hela rännan, dock ej genomgående. Viss korrosion i utloppet. Rännans sidor viker ihop sig vilket påkallar byte.		Tvärsprickor i hela rännan, men ej genomgående	Viss korrosion i utloppet	12 mån	Rännan viker ihop sig	19	FRÖ3	
GRUT5	Ja, fortfarande under intrimning	Tampella	Kvaerner	Kolstål		56	På den nya pannan finns ofta tvärgående sprickor i halva rännan. Sedan april har en ränna havererat och är pluggad. Ytterligare en ränna är pluggad så att man har en i reserv ifall ännu ett haveri uppkommer.		Tvärgående sprickor i halva rännan		6 månader		4	GRUT5	
HUS6	Nej, inga större	Kvaerner	ÖMV	SS2343		Vet ej	Sprickor i spetsen, kjolen, droppkant.	Srickor i spetsen		Droppkant	8-9 mån		8	HUS6	
HUS8		Kvaerner	ÖMV	SS2343		Vet ej	Sprickor i spetsen, kjolen, droppkant.	Srickor i spetsen		Droppkant	8-9 mån		8	HUS8	
IGG3 IGG4	Ja, till och från får ej störtblödningar	Götaverken	Repareras av Götaverken	SS2343		65	Sällan läckage på löprännorna. Vissa problem med smältaläckage mellan ränna och panna.				12 månader minst	Sällan läckage på löprännorna. Speciell spetskylning	10	IGG3 IGG4	
KAR4	Nej	Götaverken	Götaverken. Berglunds reparerar	SS2343, 10 mm tjock		50-52	Går aldrig sönder under drift. Tvärsprickor i rännan (50 mm) i smälta/luft gränsen ner emot utloppet. Viss erosion i utloppskanten (3-4 mm)		Tvärsprickor i rännan nära utloppet 50 mm	Viss erosion i utloppskanten 3-4 mm	12 mån på rutin	Går aldrig sönder under drift	18	KAR4	
KOR4	Stora problem med smältaflödet	Korta Tampella	Tampella	SS2343		20	Sprickbildning i nosen			Sprickbildning i nosen	12 mån oavsett skick	Extra kylsystem i nosen	14	KOR4	
KOR5	Stora problem med smältaflödet	Korta Tampella	Tampella	SS2343		50	Sprickbildning i nosen			Sprickbildning i nosen	12 mån oavsett skick	Extra kylsystem i nosen	14	KOR5	
LÖV2	Ja	Tampella	ÖMV	SS 2343	Prövar ränna med Kantal D i nosen	60-63	Störst problem i utloppet pga erosion plus sprickor i spetsen				8-9 mån	Störst problem i utloppet pga erosion plus sprickor i spetsen	1	LÖV2	
NOR	Nu går det bättre	Kvaerner	ÖMV	SS2345		50-60	Oftast i kanten där smältan lämnar rännan, någon gång i spetsen	Någon gång i spetsen		Oftast där smältan lämnar	6 el 12 mån	Förr ojämt smältaflöde	12	NOR	
NOR	Nu går det bättre	Kvaerner	ÖMV	SS2352		50-60	Oftast i kanten där smältan lämnar rännan, någon gång i spetsen	Någon gång i spetsen		Oftast där smältan lämnar	6 el 12 mån		12	NOR	
MUN3	Ja, felvänd panna	Götaverken	Anbud	SS2361		40-60	Utloppet (nosen)			Skadorna sker vid utloppet	6 mån	Felvänd panna. Det som ramlar från överhettarna ramlar i diket och orsakar smältarussning	7	MUN3	
MÖN6	Det förekommer vissa perioder	Kvaerner	ÖMV	Kolstål		70	Då man körde med rostfritt så sprack rännan i spetsen och dess område, därför byttes till svartplåt				Normalt 12 mån	V-botten. Vid försök med rostfria rännor sprack dessa i spetsen	15	MÖN6	
MÖR3		Götaverken	Götaverken	?		?	Rännans inre plåt förtunnas. Den byts varje år. Rännan skulle nog kunna gå i två år.		Godsförtunning på rännans inre plåt		12 mån, men skulle nog kunna gå 24 månader		2	MÖR3	
OB1	Ja ojämt flöde, störtblödningar	Tampella	Ej angivet	SS2343		50	Spetsen	Ja i spetsen			6 mån i förebyggande		17	OB1	
SKO3	Inga problem	Götaverken	ÖMV	SS2377		50-55	Droppkanten där smältan lämnar rännan nöts ner			Droppkanten där smältan lämnar rännan nöts ner	12 mån		5	SKO3	
SKO4	Inga problem	Tampella	ÖMV	SS2377		50-55	Droppkanten där smältan lämnar rännan nöts ner			Droppkanten där smältan lämnar rännan nöts ner	12 mån		5	SKO4	

