



Slutrapport

Optimeret rengøring ved hårstødning

Udvikling af CIP-system til automatisk rengøring af hårstøder

Vinnie H. Rasmussen, Jens P. Teilmann og Hardy Christensen

Sammendrag

Baggrund

Rengøring af hårstødere er tidskrævende, der er et stort vandforbrug, og fastklemte børster er meget vanskelige at fjerne. Den manuelle rengøring af hårstødere er derfor omkostningstung, og der er ofte problemer med at sikre et acceptabelt rengøringsniveau.

Tidligere forsøg med grovskylning af en hårstøder ved hjælp af vanddyser, der var placeret på hårstøderen, viste, at børster kunne fjernes effektivt. Det blev vurderet, at princippet i skyllesystemet med stor sandsynlighed kunne udføres som en CIP-rengøring, der hurtigt og effektivt kunne fjerne fastklemte børster i hårstøderen.

Formål

Formålet var at udvikle et CIP-system til automatisk rengøring af hårstødere, der var ressourcebesparende og gav et acceptabelt rengøringsniveau.

Konklusion

Konstruktion og afprøvning af funktionsmodellen til automatisk CIP-rengøring af hårstøderens "plade-side" henholdsvis "tromle/lappe-side" har vist, at automatisk rengøring indvendigt i hårstøderen kan lade sig gøre med lavere ressourceforbrug end ved manuel rengøring. Rengøringen omfattede grovrengøring med trykluft efterfulgt af grovskyl, sæberengøring og afskyllning af sæbe. Det rengjorte område havde samme eller en bedre standard, end der ses i dag ved manuel rengøring. Brug af trykluft øgede rengøringseffekten.

Den daglige besparelse pr. hårstøder er estimeret til 360 kr. og udgør en årlig besparelse på 90.000 kr. svarende til 76%. Montering af det afprøvede system, i andre hårstødere, vil koste 300.000-350.000 kr. pr. hårstøder. Det giver en "simpel" tilbagebetalingstid på 3,3-3,8 år. Estimatet er baseret på systemet i sin nuværende form, hvor det ikke kan rengøre hele hårstøderen fuldstændigt. Desuden skal konstruktionen ændres, hvis funktionsmodellen skal være stabil under daglig drift.

Indledning

Baggrund

Grovrensning/grovskylning af hårstødere er tidskrævende, og vandforbruget er stort. Det skyldes, at der under hårstødning af slagtekroppe fastklemmes en del svinebørster mellem fjedrende arme og støtteplader i hårstøderens fleksible arme. Grovskylning med vand udføres manuelt med vandslange, og selv ved forøgelse af vandtrykket er fastklemte børster meget vanskelige at fjerne.

Tidligere forsøg med grovskylning af en hårstøder ved hjælp af vanddyser, der var placeret på hårstøderen, viste, at børster kunne fjernes effektivt. Det blev vurderet, at princippet i skyllesystemet med stor sandsynlighed kunne udføres som en del af en CIP-rengøring, hvor dyser også kunne anvendes til udlægning af sæbe og til efterfølgende skylleprocesser.

Formål

Formålet var at udvikle et CIP-system til automatisk rengøring af hårstødere, der var ressourcebesparende og gav et acceptabelt rengøringsniveau.

Afgrænsning

Målet var udelukkende at udvikle et CIP-system til automatisk rengøring af den indvendige del af hårstødere. Der var ingen målsætning om udvikling af automatisk rengøring af den ydre del af hårstødere eller udvikling af nye materialetyper til CIP-system eller ny "kemi" (sæbemidler) til rengøring af hårstødere.

Kravspecifikationer

Kravspecifikationer til automatisk rengøring af hårstødere var følgende:

- Metoden skulle være billigere end den i dag anvendte
- Metoden måtte ikke øge miljøbelastningen (arbejds- såvel som ydre miljø)
- Metoden skulle kunne rengøre hårstødere effektivt
- Metoden måtte ikke beskadige hårstøderne

Valg af metode til afprøvning

Den daglige grovrensning af hårstøderen består af grovskylning med vand under brug af trykforøgelse, og hvor akslen med de fleksible arme roterer med høj hastighed. Det bevirker, at børster bliver spredt rundt i hårstøderen og til omgivelserne. Grovskylning ved lav rotationshastighed, reguleret via frekvensomformer, giver en begrænset spredning af børster og gør, at det er nemmere at ramme områder, hvor børster er fastklemte. Under forsøgene var rotationshastigheden reduceret til 70%.

I tidligere forsøg med grovskylning af hårstøder blev der anvendt en manifold med to vanddyser. Manifoldden var placeret på en slæde af rustfrit stål. Dette system blev videreudviklet, således at manifolden havde tre vanddyser og en tryklufstdyse. Trykluft for at teste om det kunne øge rengøringseffekten. Princippet i skyllesystemet var, at slæden kørte på en tværbom/skinne, som var placeret på siden af hårstøderen, og som kunne sænkes/hæves.

Projektfaser

I projektets metodefase blev der udviklet et manuelt betjent CIP-system. I F-modelfasen blev der fremstillet en funktionsmodel til automatisk CIP-rengøring af hårstødere.

Metodefase

Design og test af manuelt CIP-system

CIP-system

Systemet bestod af en manifold med 3 dyser til vand og 1 dyse til trykluft, der var placeret under den midterste vanddyse. Manifolden er vist på foto 1 og 2. Der var etableret fleksible arme på slæden, så manifolden kunne vinkles.



Foto 1

Slæde med manifold.

Stråledyse til trykluft: ○

Fladdyser til vand: ○



Foto 2

Fladdyser var vinklede, så den midterste pegede fremad (vandret kær), og de to andre pegede væk fra den midterste dyse (lodret kær)

Dyser

Effekten af de udvalgte dyser og de optimale vinkler for placeringen af dyserne blev testet. Det blev desuden undersøgt, hvilke bevægelsesmønstre systemet skulle følge, og hvilken behandlingstid der var påkrævet for at opnå den bedste effekt.

De udvalgte dyser var:

- *Trykluft* Vifte- og stråledyser fra mt spray AS:
 - Windjet-dyse AAB727-1/4-15
 - Stråledyse SAB1/4MEG-00065 Washjet Less Vane BSPT

- *Vand* Fladdyser, Washjet Less Vane BSPT fra mt spray AS:
 - 40/40 (SAB1/4MEG-4040)
 - 25/40 (SAB1/4MEG-2540)

Hårstøder

CIP-systemet blev installeret på en hårstøder på et dansk svineslagteri. Der blev fremstillet to systemer, der kørte på hver sin tværskinne, som var placeret på siden af hårstøderen. Ud over tværskinner var der på hårstøderen monteret lodrette skinner, så systemet kunne hæves og sænkes. Slæden blev manuelt skubbet fra side til side samt manuelt hævet eller sænket.

Systemet var placeret udvendigt på hårstøderen, så det ikke kom i karambolage med slagtekroppe, vanddyser og/eller lapper under den daglige drift.

Systemet blev afprøvet til grovrengøring af en hårstøder efter 7-8 timers slagtning.

Resultater fra test af manuelt CIP-system

Dyser

- Trykluft

Der var en begrænset effekt af trykluft. Stråledysen var bedre end windjet-dysen, men ikke tilstrækkelig. Årsagen var, at stråledyserne skulle tættere på plader og tromler/lapper, som skulle behandles.

- Vand

Uanset dysetype – 40/40 eller 25/40 – blev der, når vandtrykket var ≥ 6 bar, opnået en effektiv grovrengøring af såvel lodrette plader som tromler med lapper i hårstøderen samt top og bund. 25/40-dyser blev anvendt i det videre arbejde, da disse dyser havde et mindre vandforbrug end 40/40-dyserne.

Optimal effekt

Optimal skylleeffekt blev opnået, når:

- Den midterste vanddyse var placeret, så kærven var vandret, og dysen pegede vandret mod plader og lapper (foto 2)
- De to yderste vanddyser var placeret, så kærven var lodret og med en vinkel på 30-40° væk fra den midterste dyse (foto 2)
- Der var 6 cm mellem hvert skylletrin, dvs. slæden blev sænket med 6 cm
- Skylltiden var 12 sekunder pr. skylletrin

Grovskyl og effekt på pladerne i hårstøderen er vist på foto 3, 4 og 5.



Foto 3

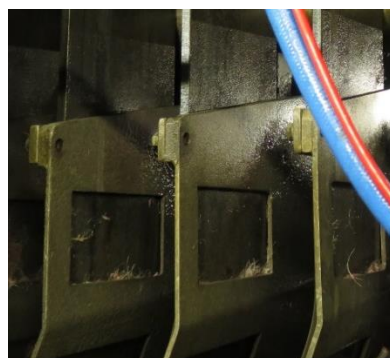


Foto 4



Foto 5

Som det fremgår af foto 4 og 5, kunne børster ikke fjernes fuldstændigt, hverken fra områder i top eller i bund af pladerne. Manuelt kontrolskyl var nødvendigt.

Der er på de oprindelige plader påsat ekstra plader. Denne konstruktion medførte, at fastklemte børster ikke kunne fjernes ved CIP-skyl. Fuldsvejsning af pladerne formodes at kunne løse dette problem.

Grovskyl og effekt på tromler og lapper i hårstøderen er vist på foto 6 og 7.



Foto 6

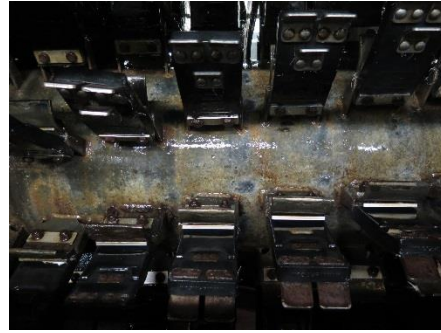


Foto 7

Tromler og lapper blev grovskyllet effektivt (jf. foto 7) og til et fint og acceptabelt niveau.

Den fleksible arm (● foto 6) på slæden medførte, at manifolden kunne vinkles, så den nederste tromle med lapper kunne skylles effektivt, jf. foto 7. Tilsvarende kunne manifold vinkles, så top af hårstøder kunne grovskylles.

Sæberengøring Udlægning af sæbe og efterfølgende afskylning med vand kunne lade sig gøre og med et godt resultat.

Begrænsninger CIP-systemet kunne ikke fuldstændig rengøre:

- Områder på plader grundet deres konstruktion
- Hårstøderens endeflader, da slæden ikke kunne køre helt ud til kanten
- Områder i toppen på grund af toplåger

Disse områder samt låger til hårstøderen skal rengøres manuelt, og det er medtaget i cost benefit-analysen.

Cost benefit for manuelt CIP-system

Den daglige udgift til manuel rengøring af 1 hårstøder blev oplyst til 435 kr. Det omfattede indvendig rengøring af hårstøder samt vand- og kemiforbrug.

Baseret på det testede system blev den daglige udgift til automatisk CIP-rengøring af 1 hårstøder estimeret til 100 kr., hvilket omfattede:

- Mandskabstid til udvendig rengøring af hårstøder, til- og afkobling af CIP-system samt kontrolskyl, 50 kr.
- CIP-rengøring indvendigt i hårstøderen og låger samt trykluft-, vand- og kemiforbrug, 50 kr.

Besparelse

Den estimerede besparelse blev 335 kr. pr. dag pr. hårstøder svarende til en årlig besparelse på 84.000 kr. pr. hårstøder.

Besparelse i målt vandforbrug var 0,5 m³ pr. hårstøder pr. dag, ca. 20%, svarende til en årlig besparelse på 125 m³ pr. hårstøder.

Konklusion for test af manuelt CIP-system

Hårstøderen kunne rengøres effektivt og til et fint og acceptabelt rengøringsniveau. Effekten blev opnået ved skyl med vand. Brug af trykluft havde ikke umiddelbart effekt.

Det blev sandsynliggjort, at CIP-systemet kunne anvendes til automatisk rengøring af hårstødere.

F-modelfasen

Design og test af automatisk CIP-system

Det testede CIP-system, der var manuelt betjent, dannede grundlag for udvikling af funktionsmodellen til automatisk CIP-rengøring af hårstødere.

Funktionsmodel Design af funktionsmodel blev modificeret, så den kunne tilpasses de eksisterende hårstødere, der er meget forskellige. Det vil sige, at der ikke kræves individuelle løsninger til automatisk CIP-rengøring af hårstødere, men blot op- eller nedskalering af systemet. Konstruktion af CIP-system blev baseret på en ramme som vist på foto 8.



Foto 8

Rammen blev placeret udvendigt i hårstøderen. På rammen blev der monteret en tværskinne/bom til slæde med manifold og dyser (🟡, foto 9). Tværskinnen blev placeret inde i den øverste del af hårstøderen og blev hævet/sænket via spindler i rammens sider, som illustreret på foto 9.

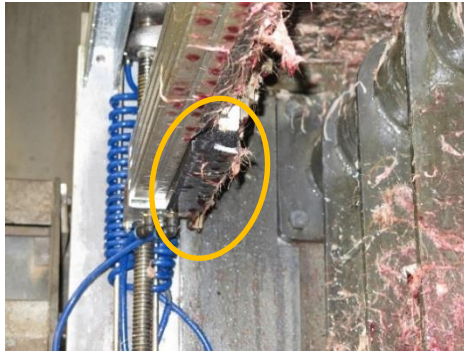


Foto 9

Formålet med funktionsmodellen var at teste principperne i automatisk CIP-rengøring, og det skulle være muligt at bringe hårstøderen tilbage til den oprindelige konstruktion. Funktionsmodellen blev derfor konstrueret, så top, sider og bund inkl. tromle med lapper skulle rengøres manuelt.

CIP-system I manifolden var der 3 vanddyser af typen "Fladdyser 25/40, SAB1/4MEG-2540" og 1 tryklufdyse af typen "Stråledyse SAB1/4MEG-0040". Begge dysetyper var af mærket Washjet Less Vane BSPT fra mt spray AS. Systemet blev afprøvet til automatisk rengøring af en hårstøder efter 7-8 timers drift.

Rengøringsproces Den automatiske rengøring bestod af følgende processer:

1. Grovrens med trykluft. Forbrug af trykluft var 441,2 liter/minut pr. dyse
2. Grovskyl med vand. Vandforbruget var 12,2 liter/minut pr. dyse.
3. Sæberengøring med klorholdig sæbe 3%. Virketid 20 minutter. Forbruget var 6 liter/minut pr. dyse.
4. Afskyl af sæbe med vand. Forbruget var 12,2 liter/minut pr. dyse.

Resultater fra test af automatisk CIP-system

Optimal effekt Optimal rengøringseffekt blev opnået, når:

1. der var 2 cm mellem hvert behandlingstrin med trykluft. Dvs. at når slæden havde kørt en tur frem, blev bommen sænket 2 cm, hvorefter slæden kørte retur på bommen. Såvel plader som tromle og lapper blev behandlet på denne måde.
2. afstanden mellem hvert skylletrin var 5,5 cm ved skyl af plader og 2,5 cm ved skyl af tromle og lapper.
3. der var 10 cm's afstand mellem hvert trin ved sæbeudlægning. Systemet var programmeret til en maksimal afstand på 10 cm mellem hvert trin. Det vurderes, at afstanden kan være større, da der blev udlagt mere sæbe end nødvendigt.
4. afstand mellem hvert trin til afskylning af sæbe var 10 cm for pladerne og 5,5 cm for tromle og lapper.

Før rengøring

Foto 10 og 11 viser plader i hårstøderen, før rengøring påbegyndes. Foto 12 og 13 viser tromle/lapper også før rengøring.



Foto 10



Foto 11



Foto 12



Foto 13

- *Grovrens med trykluft* Grovrens med trykluft medførte, at store mængder børster blev fjernet, som vist på foto 14-17.

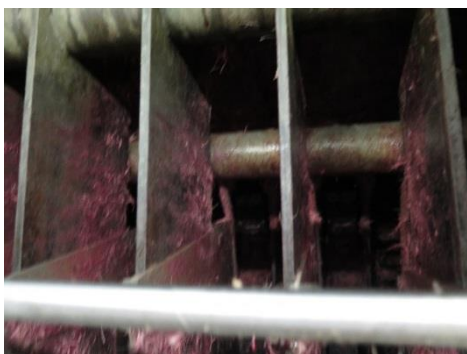


Foto 14



Foto 15

Plader efter grovrens med trykluft.



Foto 16



Foto 17

Tromle og lapper efter grovrens med trykluft

- *Grovskyl med vand* Grovskylning med vand medførte, at størstedelen af de resterende børster blev fjernet som illustreret på foto 18-20.

Hårstøderen kunne grovrenses effektivt – og til et fint og acceptabelt niveau.



Foto 18. Plader efter grovskyl



Foto 19. Tromle og lapper efter grovskyl

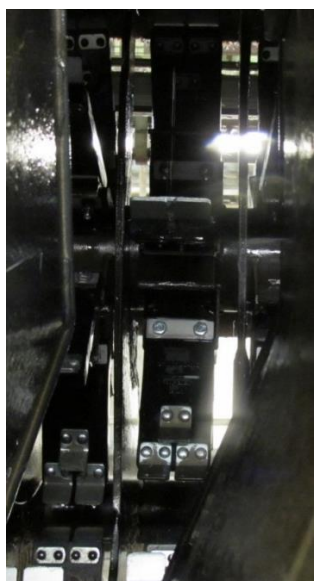


Foto 20 viser "bagsiden" af tromle og lapper. Foto er taget fra pladesiden.

- *Sæbe-
rengø-
ring* Sæbemidlet blev udlagt med CIP-systemet.
Foto 21-22 viser plade- og tromleside efter udlægning af sæbe.



Foto 21. Plader efter sæbeudlægning.



Foto 22. Tromle og lapper efter sæbeudlægning.

- *Afskyl af
sæbe* Efter afskyl af sæbe var hårstøderen ren og var på niveau med eller bedre end den nuværende standard.

Resultatet af den automatiske CIP-rengøring af hårstøderen er vist på foto 23 og 24.



Foto 23. Plader efter rengøring



Foto 24. Tromle og lapper efter rengøring

*Rengørings-
effekt*

Automatisk rengøring indvendigt i hårstøderen kan lade sig gøre, og det rengjorte område har samme eller bedre standard end der ses i dag ved manuel rengøring. Brug af trykluft øger rengøringseffekten.

Fastklemte børster forekommer i områder på pladerne grundet deres konstruktion.

CIP-systemet medførte ikke en øget miljøbelastning eller beskadigelser på hårstøderen.

Daglig drift

Konstruktionen af funktionsmodellen skal ændres, hvis den skal være stabil under daglig drift. Det skyldes primært slædens trykluftcylindere, der tilsyneladende slides hurtigt, da de er placeret inde i hårstøderen og belastes af det meget urene miljø.

Cost benefit for automatisk CIP-system

Den daglige udgift til manuel rengøring af 1 hårstøder blev oplyst til at beløbe sig til 475 kr. Det omfattede udvendig og indvendig rengøring af hårstøder samt vand- og kemiforbrug.

Baseret på det testede system i sin nuværende form blev den daglige udgift til automatisk CIP-rengøring af 1 hårstøder estimeret til 115 kr.

Det omfattede:

- Mandskabstid til udvendig rengøring af hårstøder og låger, til- og afkobling af CIP-system samt kontrolskyl/manuel rengøring af områder som CIP-systemet ikke når, 65 kr.
- CIP-rengøring indvendigt i hårstøderen samt trykluft-, vand- og kemiforbrug, 50 kr.

Besparelse

Den estimerede besparelse blev 360 kr. pr. dag pr. hårstøder og udgør en årlig besparelse på 90.000 kr. pr. hårstøder svarende til 76%.

Besparelse i målt vandforbrug var 1 m³ pr. hårstøder pr. dag, ca. 40%, svarende til en årlig besparelse på 250 m³ pr. hårstøder.

Tilbagebetalingstid

Den daglige besparelse pr. hårstøder er estimeret til 360 kr. svarende til 90.000 kr. Montering af det afprøvede system, i andre hårstødere, vil koste 300.000-350.000 kr. pr. hårstøder. Det giver en simpel tilbagebetalingstid på 3,3-3,8 år. Estimatet er baseret på, at systemet i sin nuværende form ikke kan rengøre hårstøderen fuldstændigt.

Detaljeret cost benefit-analyse findes i bilag 1.

Kravspecifikationer

De fastsatte kravspecifikationer, om at den automatiske CIP-rengøring

- skulle kunne rengøre hårstødere effektivt
- skulle være billigere end den i dag anvendte
- ikke måtte øge miljøbelastningen
- ikke måtte beskadige hårstøderen

blev opfyldt.

Konklusion

Konstruktion og afprøvning af funktionsmodellen til automatisk CIP-rengøring af hårstøderens "plade-side" henholdsvis "tromle/lappe-side" har vist, at automatisk rengøring indvendigt i hårstøderen kan lade sig gøre med lavere ressourceforbrug end ved manuel rengøring. Rengøringen omfattede grovrengøring med trykluft efterfulgt af grovskyl, sæberengøring og afskylning af sæbe. Det rengjorte område havde samme eller en bedre standard, end der ses i dag ved manuel rengøring. Brug af trykluft øgede rengøringseffekten.

Den daglige besparelse pr. hårstøder er estimeret til 360 kr. og udgør en årlig besparelse på 90.000 kr. svarende til 76%. Montering af det afprøvede system, i andre hårstødere, vil koste 300.000-350.000 kr. pr. hårstøder. Det giver en "simpel" tilbagebetalingstid på 3,3-3,8 år. Estimatet er baseret på systemet i sin nuværende form, hvor det ikke kan rengøre hele hårstøderen fuldstændigt. Desuden skal konstruktionen ændres, hvis funktionsmodellen skal være stabil under daglig drift.

Bilag 1.**Cost benefit-analyse****Automatisk rengøring af hårstøder**

okt-16

Hårstøder H1 Længde: 3 meter

Højde: 1,6 meter

Mod H2

Mod svideovn

15 cm	272 cm 16 plader	12 cm
	Behandlingsområde	110 cm
		20 cm

Behandlingsområde: længde 2,72 meter, højde 1,1 meter

Ramme med CIP-system er sat på den oprindelige konstruktion i hårstøderen. Det betyder, at sider, top og bund af hårstøder ikke kan behandles/rengøres.

Den bedste effekt af **trykluft** er opnået, når bommen sænkes med 2 cm ad gangen, dvs. 55 trin/kørsler, hvor slæden kører frem på et trin, sænkes og kører tilbage på næste trin.

Den bedste effekt af **vand** er opnået, når bommen sænkes med 5,5 cm ad gangen, dvs. 20 trin på **pladesiden** og 2,5 cm \approx 44 trin på **tromlesiden**.

Bommen er sænket 10 cm ad gangen \approx 11 trin på hver side af hårstøderen ved udlægning af **sæbe**. 11 trin er det laveste antal i programmet. Sæben kan udlægges på færre trin.

Den bedste effekt ved **afskylning af sæbe** med **vand** er opnået, når bommen sænkes med 10 cm ad gangen, dvs. 11 trin på **pladesiden** og 5,5 cm \approx 20 trin på **tromlesiden**.

Behandlingstiden pr. trin er 12 sek.

På hver slæde er der: 1 tryklufstdyse
3 vanddyser

Trykluft Stråledyse 0040 Forbrug 441,2 liter/min
Pris 0,08 kr./m³

Vand Fladdyse 25/40 Forbrug pr. dyse 12,2 liter/min
Pris 25,2 kr./m³

Beregningsgrundlag

Indløbsafgift 2,58 kr.

Afløbsafgift 20,13 kr.

Gebyr 2,47 kr.

Total 25,18 kr.

jf. Kirstens bachelorprojekt

Sæbe Fladdyse 25/40 Forbrug pr. dyse 6,16 liter/min
Pris 70 kr./kg

Der anvendes en 3% opløsning

Manuel rengøring af hårstøder

Oplysninger

Daglig pris for rengøring af 1 hårstøder (grovs skyl, sæbe + skyl) 475 kr.

Målt forbrug til grovs skyl af hele hårstøderen (plade- såvel som tromleside)

Tidsforbrug sanitør	22,6 min.		
Vandforbrug	2,3 m ³	≈	0,102 m ³ /min
Timesats sanitør	350 kr.	≈	5,83 kr./min

Kontrolskyl m.m. i forbindelse med automatisk rengøring

Kontrolskyl	Tid	3,5 min.
	Forbrug	0,356 m ³
	Pris i alt	29,39 kr.
	Vand	8,98 kr.
	Sanitør	20,42 kr.

Klargøring	Tid	3 min
	Pris	17,50 kr.

Udvendig rengøring

Tid	2 min.
Forbrug	0,204 m ³
Pris i alt	16,80 kr.
Vand	5,13 kr.
Sanitør	11,67 kr.

Pris Total 63,69 kr.

Automatisk rengøring af hårstøder

Grovrengøring

Trykluft

2 trykluftdyser
55 trin på hver side af hårstøder = 110 trin
Tid pr. trin 12 sek.

Tid 22 min.
Forbrug 19,413 m³
Pris **1,55** kr.

Vand

3 vanddyser på hver slæde. I alt 6 dyser
Trin på pladeside = 20 trin
Trin på tromleside = 44 trin
Trin i alt = 64 trin
Tid pr. trin 12 sek.

Tid 12,8 min.
Forbrug 0,937 m³
Pris **23,61** kr.

Sæberengøring

Sæbe

3 vanddyser på hver slæde. I alt 6 dyser
11 trin på hver side af hårstøder = 22 trin
Tid pr. trin 12 sek.

Tid 4,4 min
Forbrug 162,624 liter
Sæbe 4,879 liter 0,005 m³
Vand 157,745 liter 0,158 m³
Pris i alt **4,32** kr.
Sæbe 0,34 kr.
Vand 3,98 kr.

Afskyllning

3 vanddyser på hver slæde. I alt 6 dyser
Trin på pladeside = 11 trin
Trin på tromleside = 20 trin
Trin i alt = 31 trin
Tid pr. trin 12 sek.

Tid 6,2 min.
Forbrug 0,454 m³
Pris **11,44** kr.

Kontrolskyl m.m.

Pris **63,69** kr.

Pris

104,61 kr.

plus 10% 10,46 kr.

Total

115,07 kr. pr. dag

Besparelse

Daglig manuel rengøring	475 kr.
Daglig automatisk rengøring	115 kr.

Besparelse **360 kr. pr. dag**

Årlig besparelse **90.000 kr. pr. år**

Besparelse grovskyl – vand

Forbrug

Automatisk skyl	0,937 m ³
Kontrolskyl	0,356 m ³
Total	1,293 m ³
Manuelt skyl	2,3 m ³

Besparelse 1,007 m³ ≈ 43,78261 %

Tidsforbrug – automatisk rengøring af hårstøder

Trykluft	18 min.
Grovskyl	17 min.
Sæbe	8 min.
Afskyl	8 min.
Total	51 min.