

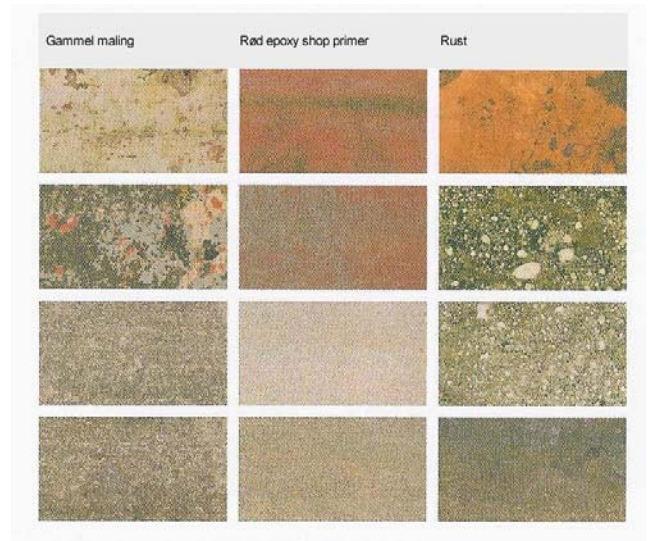
## HØJTRYKSRENSNING / HYDRO BLASTING / WATER JETTING:

### Udvikling:

For ca. 15 år siden var et højt tryk lig med 750 bar, men udviklingen er gået stærkt, og i dag er grænsen flyttet til 3000 bar. Pumperne hertil er baseret på mange års erfaring og må betegnes som højteknologi. Det er derfor heller ikke alle fabrikanter, der med lige stor succes kan tilbyde robuste og driftsikre pumper. Det tyske firma HAMMELMANN kan tilbyde stempelpumper til 4000 bar, men i praksis sættes grænsen af slangeproducenterne, som i øjeblikket har nået en grænse ved 3000 bar. I praksis er dette en acceptabel værdi, da det vil være svært at finde opgaver, som ikke kan løses med dette tryk.

### Hvilket tryk skal der bruges?

Det bestemmes udelukkende af de krav, der er til resultatet. Når det gælder afrensning af stål, er der ingen risiko for skader på stålet – uanset trykket – så det er et spørgsmål om at kunne bryde den gamle rust eller maling med strålen. Som udgangspunkt findes der et grundlag i den amerikanske standard NACE/SSPC, som definerer afrensningsgraden, hvor WJ-1 (Water jetting) er den højeste standard og WJ-4 den laveste. Standarden fortæller ikke noget om, hvad der skal til for at komme til resultatet, men her har **HAMMELMANN** leveret en fotoreference, hvor resultatet er beskrevet i forhold til udgangspunktet med angivelse af tryk og forventet ydelse ved de forskellige afrensningsgrader. Dette materiale kan rekvireres hos Sihm Højtryk A/S i Esbjerg.



### Overflade profil:

Det er ikke muligt med vand at frembringe ruhed af overfladen. Har pladen tidligere været sandblæst, vil den oprindelige ruhed atter fremkomme, og har området været korroderet vil ruheden normalt være acceptabel for et overfladetolerant malingsystem.

### Flash rust / nyrust:

Fugtighed og stål er de ingredienser der skal til for at skabe rust. Den resulterende nyrust ved højtryksspuling udgør ikke et problem, hvorimod længere tids oprustning ikke er acceptabelt. Ved arbejde med ultra højt tryk (UHT / UHP) vil energien være så høj, at pladens temperatur let kan nå 20-30°C højere end luftens temperatur, og det betyder en meget hurtig optørring og ingen nyrust. Hvis arbejdet planlægges rigtigt, så man arbejder oppefra og ned, vil resultatet være en tør overflade uden nyrust.

Mange af de værktøjer, der findes, arbejder med tilbagesug af vand og slam. Resultatet er en helt tør overflade uden nyrust, og der vil heller ikke være sprøjt på allerede afrensede områder.

### Støj:

Princippet i højtrykrensning er netop at give vandet et højt energiindhold for dermed at kunne bryde den gamle rust eller maling. Det høje energiindhold opnås ved at give vandet en høj hastighed, når det forlader dysen. Allerede ved ca. 465 bar vil vandet have nået lydens hastighed, og ved f.eks. 3000 bar vil vandets hastighed være ca. 2.700 km/timen. Det betyder naturligvis et højt støjniveau, når der arbejdes manuelt med uafskærmede dyser, men udviklingen går stærkt i retning af endnu mere effektive værktøjer, hvor selve dyserne er afskærmet og indelukket, og det betyder, at værktøjet bliver direkte støjsvagt i forhold til fristråleblæsning.

### Udseende:

Med vand som værktøj vil det normalt ikke være muligt, at få den samme ensartede grå overflade som ved fristråle/sandblæsning, men at overfladen kan være med forskellige farvenuancer er helt uden betydning for det færdige resultat. Dette fænomen er mest tydeligt ved lavere tryk og næsten ikke forekommende ved ultra høje tryk.

**Miljø:**

Støv er et ukendt begreb ved højtryksspuling. På et værft vil det være muligt at arbejde med højtryksspuling samtidig med trækning af en skrueaksel, som bestemt ikke har godt af støv og sandkorn.

**Økonomi contra miljø:**

I 1987 undersøgte det "Tyske Værftforskningsinstitut i Hamburg" de økonomiske konsekvenser ved anvendelse af højtryksteknik kontra fristråleblæsning.

Tallene stammer fra værftet i Bremen, som på det tidspunkt sandblæste omkring 200.000 m<sup>2</sup> per år, hvilket svarede til 50 skibe á 4000 m<sup>2</sup>.

Tallene er gamle, men forholdet vil forsat være gældende, men hvad nu hvis det tager meget længere tid – det ser vi på senere hvor ydelserne er nævnt.

**Økonomi:****Tør sandblæsning:**

12.000 t	blæsemiddel til 78,00 DM /t	936.000 DM
12.110 t	miljøbelastende affald (blæsemiddel, maling, rust) á 200 DM/t	2.422.000 DM
	Omkostninger ved følgeskader pga. Oprydning	400.000 DM

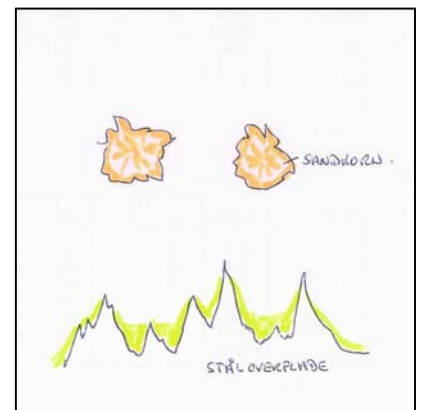
**TOTAL****3.758.000 DM****Højtryksspuling**

beregning af omkostninger ved højtryksspuling		
2.160 m <sup>3</sup>	vand og vandbehandling á 25 DM/t	54.000 DM
110 t	miljøfarligt affald á 200 DM/t	22.000 DM

**TOTAL****76.000 DM****Saltrester:**

Enhver overflade, der har været udsat for omgivelsernes indflydelse, vil være dækket af en belægning af forskellig sammensætning. Det kan under et kan betegnes som salte. Betegnelsen er let at forholde sig til, når det gælder en skibsside, som har været i saltvand.

Hvis man tænker sig en korroderet overflade i stærk forstørrelse, vil det se ud som et bjerglandskab med dale og høje toppe, og alt vil dækket af et lag sne – salte. I tilsvarende forstørrelse kommer der nu et sandkorn fra en blæsepistol, men selv om det er et lille korn, vil det ikke trænge ned i dalbunden, og salte forbliver upåvirket og er altså ikke fjernet, men med det blotte øje ser overfladen flot ud. Endnu værre er det, at sandkornene kan deformere og lukke bjergtoppene sammen over saltene i bunden af dalen og indeslutte dem. Ved efterfølgende maling skal alt forsegles, så fugt ikke på ny kan samarbejde med saltresterne, og man kan tænke sig, at er her en ny korrosion starter. Dette er ikke kun teori, hvilket følgende eksempel understøtter:

**Eksempel 1:**

En kedeloverflade på 350m<sup>2</sup> skulle repareres med robot ved påsvejsning af en rustfri belægning. Før arbejdet var overfladen blevet sandblæst. Desværre kogte svejsestedet op og arbejdet blev fyldt med huller. Et udsnit af kedlen på ca. 1,5 m<sup>2</sup>, der ikke var blevet sandblæst blev afrenset med 2500 bar af Sihm Højtryk i Esbjerg og svejsearbejdet kunne herefter udføres som planlagt.

Kombinationen af indesluttede aflejringer og rester af sandpartikler på overfladen var årsagen til problemet og opkogningen af svejsestedet. I dette tilfælde havde det optimale været kun at foretage en afrensning med Ultra Højt Tryk.

**Eksempel 2:**

I kedelbranchen forekommer det, at opmuringen af forskellige årsager skal brydes op / fjernes. Opmuringen fungerer som korrosionsbeskyttelse af hedepladen, og det anvendte produkt er ekstremt hårdt. Der findes nogle få danske højtrykspulere, som kan foretage et sådant arbejde med vand i trykområdet 2800 – 3000 bar.

Den traditionelle teknik er anvendelse af trykluftværktøj, men ud over mulige skader på grund af nærkontakt mellem mejslere og kedelrør kan der opstå skader i svejsesteder på grund af vibrationerne. Dette sker ikke ved anvendelse af højtryksspuling.

## Mængde af saltrester:

Forholdet mellem saltrester på en skibsside efter fristråleblæsning og efter afrensning med højtryk ved 2500 bar er velbeskrevet fra et fuldskala forsøg med tilhørende dokumentation, der blev udført på et engelsk værft. Den ca. 10 gange højere restkoncentration ved fristråleblæsning vil antagelig føre til reduceret effekt af malingsystemet. En malingsleverandør vil normalt ønske en koncentration på mindre end 3 mg/cm<sup>2</sup>. Når selv anvendelse af drikkevand efterlader saltrester skyldes det vandets indhold af salte, men det vil være muligt at nedbringe værdien ved anvendelse af demineraliseret vand.

### Saltrester på overfladen efter afrensning af stærkt korroderet overflade:

Fristråleblæsning	21,5	mg/cm <sup>2</sup>
Højtryksspuling	2,05	mg/cm <sup>2</sup>

**DETTE ER EN AF DE VIGTIGSTE FORDELE VED ANVENDELSE AF HØJTRYK.**

## Sikkerhed / risiko:

Vand under højt tryk skal altid betragtes som et skærende og farligt værktøj. Når selv et solidt lag maling kan fjernes siger det sig selv, at der kan være fare for personskade. Viden, træning og respekt er nøgleordene mod skader. Ved opfyldelse heraf er det i praksis sikkert at arbejde med højtryk.

Den internationale fastsatte værdi for det maksimalt tilladelige rekyl (gælder også AT) er 250 N / 25 kp eller populært 25 kg. I skemaet er der vist et sammenhæng mellem tryk – vandmængde og renseseffekt ved et konstant rekyl på den maksimalt tilladelige værdi på 250N. Ved ultra højt tryk vil rekylet typisk kun være 170 – 200N, og det er netop også en af fordelene ved UHT.

### Renseeffekt ved konstant rekyl på 250 N

Arbejdstryk - bar	Ydelse - l/min.	Renseeffekt - kW
500	47,4	37,8
1000	33,5	55,8
1500	27,4	68,5
2000	23,7	79,0
2500	21,2	88,3
3000	19,3	96,5

Som det ses er renseseffekten stærkt stigende med trykket, men operatøren vil ikke føle nogen forskel. I praksis vil man anvende mindre dyser og dermed mindre vandmængde og mindre rekyl ved UHT – typisk omkring 150–200N.

En anden væsentlig faktor er rækkevidden af vandstrålen. En brandmand kan med 10 bar og 2000 l/min. måske række 50-60 meter, men en dyse for UHT har typisk en størrelse på 0,3 mm og vandmængden er ca. 2 l/min. og rækkevidden og dermed sikkerhedsafstanden er mindre end 1 meter. Derfor er det også nødvendigt at arbejde helt tæt op mod emnet med UHT. Sikkerhedsafstande er altså kortere ved UHT end ved f.eks. 500 bar.



## Arbejdsmetoder:

Som nævnt arbejder mange af de værktøjer, der nu findes, med tilbagesug af vand og slam. Resultatet er en helt tør overflade uden nyrust, og der ville heller ikke være sprøjt på allerede afrensede områder. Ikke alle områder kan renses med den slags værktøjer, og der vil være restarealer, hvor der må anvendes en manuelt betjent dyse – og dermed vil der opstå sprøjt til andre områder. Det vil derfor være rationelt at begynde med "restarealer" til færdigmaling og derefter tage de store flader.

**Værktøjer:****Aquablast Plus:**

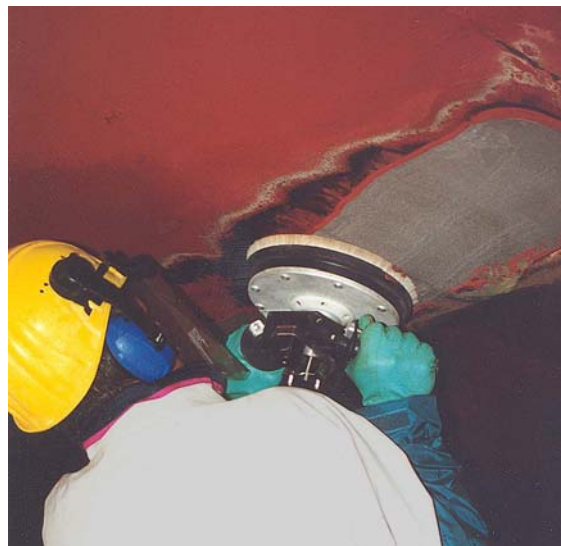
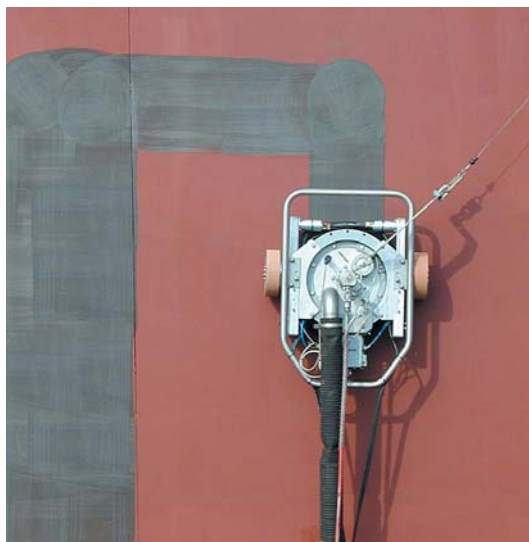
Denne maskine kan bedst sammenlignes med en rotorplæneklipper. Operatøren går langsomt fremad og efterlader et spor på 220 mm bredde afrenset til WJ-1. Maskinen har tilbagesug af vand og slam, som let kan opsamles, og den arbejder helt uden sprøjt med et lavt støjniveau. Det rensede areal vil være tørt og klar til grunding / maling. I praksis vil det være muligt at arbejde tørt på et lagergulv mellem papkasser o.lign.

**Aquablast Plus – erfaringsrapport**

18 år gammel skibsdæk – 2 gange epoxy om året – lagtykkelse 3–4 mm. Afrenset ved 2500 bar til blank stål. Arbejdshastighed 40-60 m<sup>2</sup>/time.

**Aquablast – håndholdt**

Den håndholdte Aquablast arbejder på samme måde, men kun i 140 mm arbejdsbredde. Den har også tilbagesug og efterlader en tør overflade. Suget er tilstrækkelig til at holde maskinen mod overfladen, hvilket i høj grad hjælper operatøren til en høj ydelse.

**Spiderjet 3000**

Dette er operatørens drøm af en maskine til afrensning af store arealer, idet den er selvkørende og fjernbetjent fra en lille styrepult. Han kan derfor arbejde i timevis uden fysisk belastning.

Støjniveauet er lavt, da dyserne er helt indkapslet.

Maskinen fastholdes på overfladen ved hjælp af et kraftigt vakuum, som er overvåget. Ved vakuum fejl / svigt stoppes processen automatisk, og der lukkes for højtryksvandet.

**Ydelse:**

Med en erfaren operatør vil ydelsen være omkring 100 m<sup>2</sup>/time ved 2500 – 3000 bar.

**SIHM HØJTRYK AS** repræsenterer **HAMMELMANN** og en række andre firmaer i Danmark, og herudover rådgives, produceres og leveres løsninger af enhver art, når det drejer sig om højtryk til professionelle brugere. Området spænder fra små maskiner til de største med et arbejdstryk på op til 4000 bar.