

Dokument: SASAK-RAP-E3-AKS-FI-0001-01

# **Sammenligning mellem valset og ekstruderet materiale, EN AW 6082-T6**

SASAK

Levetid, ekstraprojekt 3

Curt Christensen

FORCE Instituttet, maj 2001

## **Indhold:**

1	Indledning .....	3
2	Projekt opbygning .....	3
2.1	Fase 1.....	3
2.2	Fase 2.....	5
2.3	Fase 3.....	6
3	Sammenfatning .....	9
4	Referenceliste.....	9

## 1 Indledning

Indledende forsøg med ekstruderet og valset materiale antydede, at der kunne være en udtalt forskel i udmattelsesstyrken i havvand, med førstnævnte som det bedste. Da ekstruderede profiler finder stor anvendelse indenfor svejste aluminiumskonstruktioner, besluttede Sasak projektstyrelsen at lade gennemføre forsøg for at undersøge det nøjere, oprindeligt med ambition om at belyse og kvantificere eventuelle forskelle, men med mulighed for at ændre projektet under forløbet, ud fra de opnåede resultater.

## 2 Projekt opbygning

Projektet er delt op i flere faser med mulighed for at udvide/stoppe undersøgelserne, afhængig af de opnåede resultater.

Fase 1: Litteraturstudie, gennemgang af observerede forskelle og hypoteser for observerede forskelle i udmattelsesmæssig henseende.

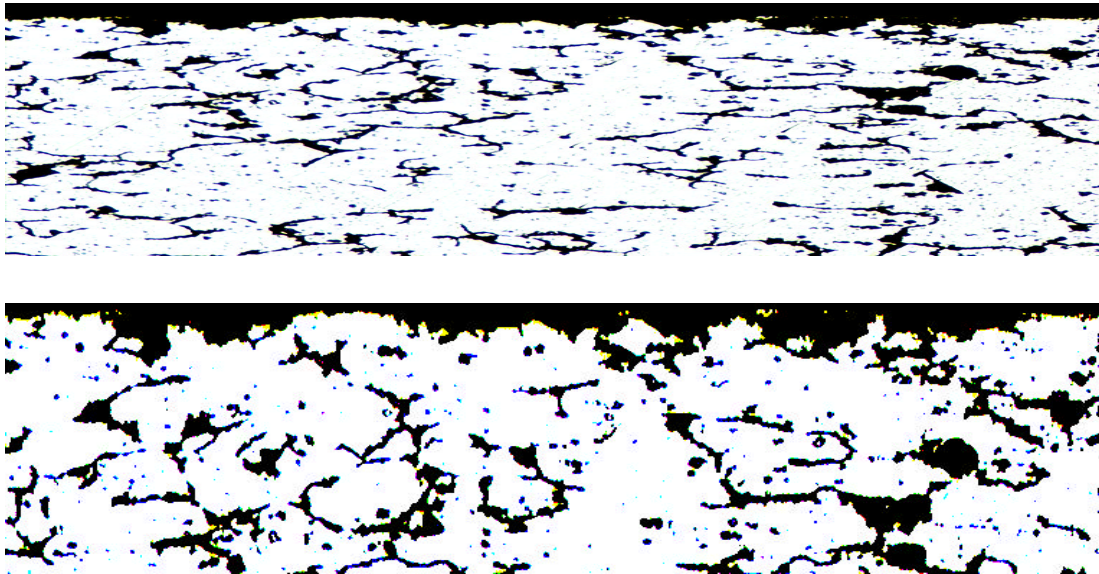
Fase 2: Planlægning af ekstra forsøg

Fase 3: Gennemførelse og vurdering af forsøg

### 2.1 Fase 1.

De indledende udmattelsesforsøg var udført som 1-akset træk med cylindriske prøveemner.

Undersøgelserne af prøveemnerne viste strukturelle forskelle i de yderste lag, som vist skematisk i figur 1. De observerede forskelle kan delvist forklares ud fra fremstillingsmetoden for prøveemnerne. Undersøgelse af det valsede udgangsmateriale viste samme type mikrostruktur i overfladen, som det ekstruderede materiale, det vil sige langstrakte, flade korn. Længere inde i materialet er kornene mere equiakse. Da et cylindrisk prøveemne, udarbejdet af en valset plade, nødvendigvis må udgøre en slags tværsnit af pladen, vil de mere equiakse korn også blive eksponeret på en del af det cylindriske prøveemne. I det ekstruderede rundstangs-materiale var der også forskelle i strukturen fra ydersiden og ind mod midten, men ikke så udtalt som i det valsede materiale. Den struktur, der derfor er eksponeret i de ekstruderede prøveemner, er derfor mere ensartet (og pandekageagtig), hele vejen rundt om emnet.



**Figur 1: Skematisk fremstilling af mikrostruktur i overfladen af henholdsvis ekstruderet stangmateriale (øverst) og valset plademateriale (nederst).**

Strukturen i aluminium er en funktion af materialets tidligere metallurgiske historie, dvs kemisk sammensætning, tilsætning af kornforfinende elementer, valsetemperatur og “valsegrad” samt temperatur og flow-betinget anisotropi i (komplicerede) ekstrusionsprofiler.

Det er normalt ikke muligt at specificere, hvad slags overfladestruktur, man ønsker i sine produkter; man kan kun specificere de mekaniske “bulk”-egenskaber.

De metallografiske observationer fører til følgende hypoteser:

Jo mere pandekageagtige kornene er, jo mere parallelle bliver korngrænserne i forhold til overfladen og jo mindre dybe bliver korrosionsangrebene, idet de tenderer at følge korngrænserne; alt i alt betyder det mindre kærsvirkning ved udmattelsespåvirkningen.

Den åbenlyse forskel i strukturen kan betyde anisotropi i de mekaniske egenskaber, se f.eks. [1]. Udmattelsesstyrken stiger generelt med stigende styrke og selv om denne effekt normalt neutraliseres af den korrosive faktor ved udmattelse i havvand, kan det godt forrykke forholdet mellem materialerne.

Ovenstående hypoteser, enten alene, eller i kombination, kan være forklaringen på de observerede forskelle, men det påpeges, at observationerne omfatter så relativt få prøveemner, at forskellen lige så vel kan ligge i statistiske tilfældigheder.

## 2.2 Fase 2

Med henvisning til hovedformålet med SASAK projekt: Levetidsproblematik, nemlig at belyse problematikken omkring svejste aluminiumskonstruktioner, skal kort anføres:

Termiske påvirkninger ved svejsning medfører en rekrytation af kornene i den varmepåvirkede zone, i såvel ekstruderet, som i valset materiale. Denne påvirkning gør, at der ikke er nogen forskel i strukturen tæt op ad fusionslinien. Da >90 % af udmattelsesrevner i svejste konstruktioner sker langs kanten af svejsninger, på grund af geometrisk betingede spændingskoncentrationer, kan udgangsmaterialets kornstruktur ikke forventes at have nogen signifikant indflydelse på konstruktionens udmattelsesstyrke i havvand.

Det videre forløb med sammenligning af ekstruderet og valset materiale er derfor koncentreret om at vise, om der er "generisk" betingede forskelle i udmattelse mellem tilfældigt indkøbte materialer, afprøvet under i øvrigt ens betingelser.

Det blev derfor besluttet at dublere de planlagte forsøg med undersøgelse af egenspændinger og R-forhold i SASAK Levetidsprojekt "Korrosionsudmattelse", så ekstruderet materiale blev afprøvet sideløbende med valset materiale.

Det ekstruderede materiale bestod af firkant-profil 25x10 mm. Det valsedede materiale er plader med en udgangstykkelse på 12 mm. I begge tilfælde er der lavet prøveemner i form af firkant-stænger, der måler 220 x 20 x 8 mm (længde, bredde og tykkelse). Alle prøver er bearbejdet, så der mindst er fjernet 1 mm af overfladelaget. Derved er eventuelle forskelle i overfladestruktur og valsehud blevet neutraliseret så eventuelle "generiske" forskelle kan sammenlignes.

Egenspændingerne er opnået ved at bukke emnerne i 4-punkts bøjning til en blivende deformation på 3 mm mellem de inderste understøtninger med en indbyrdes afstand på 100 mm. Ved at udsætte henholdsvis den konvekse og den konkave side for varierende 4-punkts bøjning, vil disse emner være udsat for varierende spændinger, overlejret med henholdsvis træk og trykspændinger. De

overlejlrede egenspændinger vil være af samme størrelse som materialets flydespænding (egentlig elasticitetsgrænse).

De forskellige R-forhold, det vil sige forholdet mellem minimum og maksimum belastning, opnås ved at indstilling af udmattelsesmaskinernes tøjningsamplitude og minimumbelastning.

Forsøgene er kørt i kunstigt havvand ved 20 °C. De nærmere forsøgsbetingelser er beskrevet i rapport SASAK-RAP-LE-AKS-FI-0009-00.

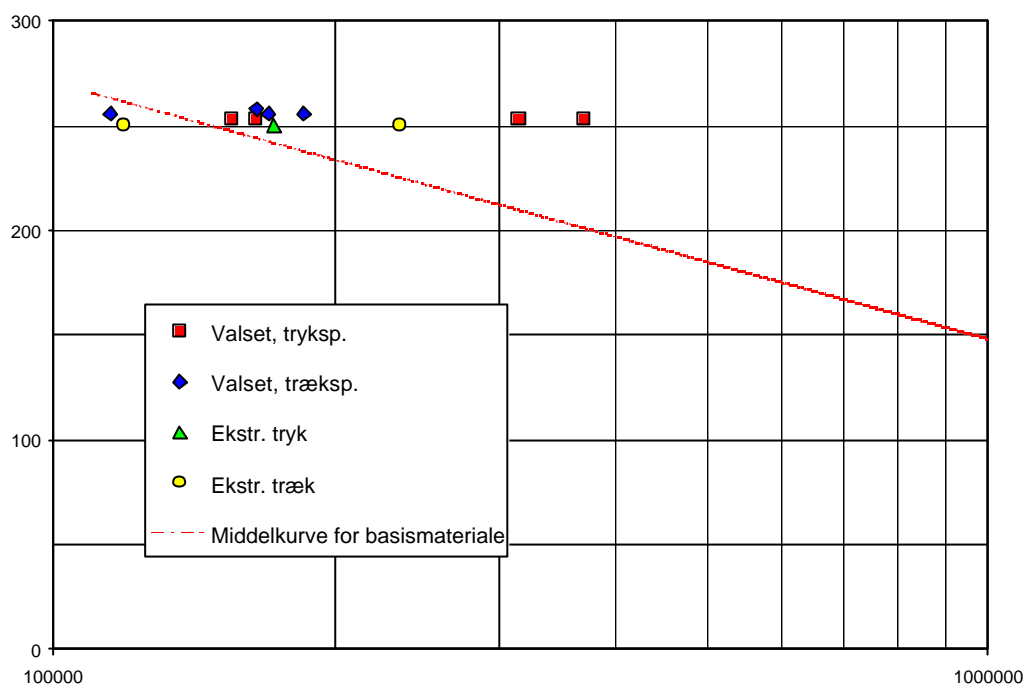
### **2.3 Fase 3**

Resultaterne er gengivet i tabel 1. De opnåede data er plottet i diagram 1 og 2 sammen med basislinien for det valsede materiale.

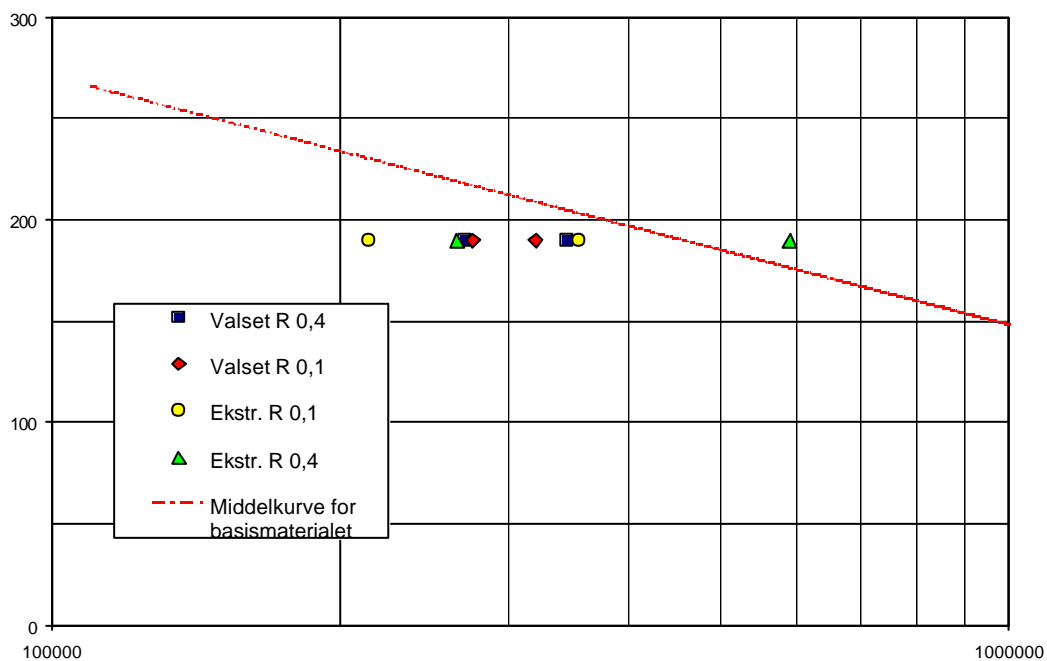
Der ses en ret stor spredning på resultaterne, men der er ingen klar forskel mellem de to materialetyper.

**Tabel 1. Test data fra forsøg med egenspændinger og varierende R-forhold**

R-forhold	Antal påvirkninger til brud	Spændings-amplitude i MPa	Bemærkninger
0,4	270000	190	Valset materiale, R 0,4
0,4	345000	190	
0,1	275000	190	Valset materiale, R 0,1
0,1	320000	190	
0,1	165000	253	Valset materiale, tryksp.
0,1	315000	253	
0,1	155000	253	
0,1	370000	253	
0,1	185000	255	Valset materiale, træksp.
0,1	165000	258	
0,1	115000	255	
0,1	170000	255	
0,4	590000	190	Ekstruderet materiale, R 0,4
0,4	265000	190	
0,1	215000	190	Ekstruderet materiale, R 0,1
0,1	355000	190	
0,1	172000	250	Ekstruderet materiale, tryksp.
0,1	55000	250	
0,1	119000	250	Ekstruderet materiale, træksp.
0,1	235000	250	



**Diagram 1. Effekt af egenspændinger**



**Diagram 2. Effekt af R-forhold**

### **3 Sammenfatning**

Den tidligere konstaterede markante forskel har været betinget af lokale forskelle i overfladestrukturen. Disse forskelle er en funktion af materialets tidligere metallurgiske historie, men de lader sig ikke umiddelbart kvantificere og endnu mindre specificere i indkøbte profiler/plader. Som tidligere nævnt vil sådanne forskelle blive elimineret i de varmepåvirkede zoner, tæt op ad fusionslinien i forbindelse med svejsning, hvorfor de skønnes at være uden betydning for udmattelsesstyrken i svejste konstruktioner.

Ovenstående forsøg har ikke kunnet påvise generisk forskel mellem ekstruderet og valset materiale, når de er afprøvet under ens betingelser, hvor eventuelle overfladestrukturforskelle er elimineret ved maskinel fjernelse af mellem 1 og 2 mm af det yderste lag.

Det kan ikke anbefales at undersøge effekten af overfladestrukturen på udmattelse, medmindre det er muligt entydigt at specificere og opnå forskellige strukturer i kommercielt indkøbte materialer.

### **4 Referenceliste**

[1] Nyt fra Afdelingen for Materialeforskning, RISØ nr. 1., maj 2000