

SVENSKA TRÄSKYDDSSINSTITUTET

SWEDISH WOOD PRESERVATION INSTITUTE

Meddelanden

Reports

Nr 131

1978

ISSN 0346-7090

Korrosion av spik och skruv i impregnerat virke

Corrosion of Nails and Screws in Preservative-Treated Wood

F. Berglund, T. Wallin

STOCKHOLM 1978

SAMMANFATTNING

Jämförande prov för bestämning av korrosionshastigheten hos några vanliga konstruktionsmetaller - stål, zink, aluminium och mässing - i såväl impregnerat som oimpregnerat trä har intagits och avlästs efter 6 - 6,5 års exponering utomhus eller i växthus. Resultaten visar att mässing och stål i allmänhet företer större korrosionsbenägenhet utomhus på den svenska västkusten än vid exponering inomhus i växthus. För aluminium och zink är förhållandet det omvända. Spänningskorrosionssprickning hos mässing och gropfrätning hos aluminium är vanlig och bedöms som allvarligare än allmän korrosion ur hållfasthetssynpunkt för praktiska träkonstruktioner. Midjebildning på grund av luftningselement hos vanlig spik och otillräckligt eller felaktigt ytbehandlad spik kan eventuellt också ge samma problem.

Vad beträffar de olika impregneringsmedlen gäller att det är mycket svårt att avgöra vilket medel som är mest eller minst korrosionsbefrämjande. Skillnaderna mellan de olika medlen är generellt sett marginella. Vanligt stål angrips påfallande kraftigt utomhus i oimpregnerat virke, t o m mer än i de flesta impregneringsproven.

För normalt bruk i såväl impregnerat som oimpregnerat virke rekommenderas varmförzinkad spik. För konstruktioner i svårare miljö kan framför allt rostfritt material vara lämpligt, men även brons, monel eller koppar kan vara goda alternativ.

SUMMARY

Surveying tests for determining the corrosion rates of some metals and alloys in wood, treated as well as untreated, and reported at the 6th Scandinavian Corrosion Congress in Gothenburg in 1971, demonstrated that further investigations were necessary. In the autumn of 1971 a new test series was started using eight different wood preservatives (presented in Appendix 1) combined with the most common fastener materials now in use, e.g. steel, zinc-coated steel, aluminium and brass.

After 6 to 6.5 years of exposure outdoors on the westcoast of Sweden and indoors in a greenhouse, brass and steel are shown to corrode more than zinc and aluminium outdoors and vice versa indoors. Stress-corrosion cracking in brass and pitting corrosion in aluminium are common and are considered to be more critical in impairing the strength of wooden structures than general corrosion. Waistline formation due to differential aeration cells on nails of ordinary steels or on insufficiently or wrongly coated steel nails also may give this problem sometimes.

Regarding the effect on the corrosion rate of different wood preservatives, it is very difficult to determine which preservative is the most or least aggressive. Differences measured are generally marginal. Ordinary steels in untreated wood outdoors are attacked with remarkable severity, sometimes even more vigorously than in wood treated with copper salts.

For normal uses in both treated and untreated wood outdoors, hot-dipped galvanized nails or screws are highly recommended. For timberworks in a very severe atmosphere or under water, stainless steel, bronze, copper or copper-nickel alloys are good alternatives.

1. Inledning

Praktiska korrosionsfall av spik i impregnerat virke initierade 1969 en orienterande undersökning av korrosionsförloppet i sådant virke. Resultaten var i viss utsträckning motsägelsefulla och föranledde start av de försök som nu redovisas. Proven har pågått under 6 - 6,5 år dels vid Skogshögskolans försöksfält i Simlångsdalen 15 km öster om Halmstad, dels vid Bolidens försöksväxthus i Skelleftehamn.

2. Undersökningens omfattning

Försöksstationer

Bolidens växthus i Skelleftehamn (ca 23°C och drygt 80% relativ fuktighet) samt Skogshögskolans försöksfält i Simlångsdalen ("västkustklimat" ca 700 mm årsnederbörd).

Typ av impregnerat virke

(25 x 100 mm furusplintbrädor)

Boliden K33, Celcure AP, Celcure AP 2 (APUS), Celcure M, P50, kopparaminfosfat (CAP), Chemonite, KP-Cuprinol samt oimpregnerat. Sammansättning av de olika impregneringssalten ges i bil 1.

Spiksorter

Elektrolytiskt förzinkad, varmförzinkad samt vanlig ej ytbehandlad 75 mm trådspik, 75 mm kamspik av aluminium och 65 mm träskruv av mässing. Övriga data lämnas i bil 2.

Försökstid och antal spikar

Beräknad försökstid har varit 3 och 6 år. 15 spikar av varje typ och impregneringsmedel på bägge försöksstationerna avlästes efter 3 år. I den nu aktuella avläsningen intogs 20 spikar. 10 spikar av varje sort har lämnats på provstationerna.

3. Utförande

Det använda impregnerade virket har varit furusplint i dimensionen 25 x 100 mm. Icke impregnerad furusplint i samma dimension har använts för jämförelseprov. K33-resp KP-Cuprinol-impregnerade bräder har tagits från fallande produktion vid lokala impregneringsverk. Övriga typer av virke som använts har impregnerats vid Bolidens försöksanläggning vid Rönnskärsverken. Impregneringen har utförts med 2-procentiga lösningar (undantag Celcure AP, där både 2- och 2,5-procentiga lösningar använts). Impregneringsförloppet har varit: 30 min förvakuum, 2 timmars tryck 8 atö och 30 min eftervakuum. Brädorna har efter impregneringen förvarats ca 3 månader, innan vägda spikar inslagits. Analys av impregnerade brädor framgår av bil 3.

Brädornas längd utgör 1 - 3 m. Vägda spikar har inslagits i brädornas "hökant". Spikarna är alltså tangentiellt orienterade i virkets struktur. Brädorna ligger på hökant under korrosionsundersökning. Ungefär halva brädans bredd ligger nedsänkt i marken för att man också skall få en viss orientering om hur rötningen sker och för att fuktkvoten skall vara så hög som möjligt.

Under våren 1974 uttogs de 15 spikar resp skruvar som exponerats i 3 - 3,5 år. Brädorna klövs och spiken togs ut och betades enligt bil 4. Vägning utfördes. Resultaten redovisas inte i denna rapport. Avvikelsen uttryckt i t ex tjockleksreduktion per tidsenhet är marginell.

Sommaren 1977 uttogs 20 spik resp skruv efter 6 - 6,5 års exponering. Proven behandlades på samma sätt som vid det tidigare tillfället. Korrosionshastigheter och utseende framgår av bil 5-8.

4. Resultat

Resultaten av 1977 års avläsning redovisas i bil 5 - 8. Bil 6 ger korrosionshastigheten uttryckt som medelvärde i viktminskning av 20 spikar eller skruvar i mg/6,5 år i form av stapeldiagram, medan bil 5 ger siffervärden för samma sak. Bil 7 och 8 slutligen visar max- och min-värden för korrosionshastigheten i växthuset resp Simlångsdalen.

5. Diskussion av resultaten

Efter 6 års exponering av spik och skruv i virke impregnerat med olika salter kan följande slutsatser dras:

5.1 Mässing (M)

Allmänkorrosionen hos mässingskruv exponerad i Simlångsdalen har varit förvånansvärt hög i förhållande till den i växthuset, möjligen med undantag för försöken i Celcure AP 2. Undantag från detta påstående är försöken med Chemonite och Celcure M som bägge visar en oförklarig och nästan otroligt hög korrosionshastighet i Simlångsdalen.

Brottfrekvensen hos mässingskraven är påtagligt hög. Eventuellt finns ett samband mellan arsenik och spänningskorrosionssprickning. Såväl P50, KP-Cuprinol som Celcure M har klart lägre brottfrekvens än övriga provade impregneringsmedel.

Vad beträffar försöken med oimpregnerat virke är dessa svårtolkade, då inget brott av mässingskruv noterats i växthuset, medan hela 90% av skruven i oimpregnerat virke i Simlångsdalen har gått av.

5.2 Aluminium

Aluminium visar klart större allmänkorrosion på prover exponerade i växthuset än på prover exponerade i Simlångsdalen. Korrosions-hastigheten på aluminium i impregnerat virke är 4 - 8 gånger större än i oimpregnerat - undantaget från detta konstaterande är Chemonite. Eventuellt kan högre pH-värde i impregneringsmedlet ha en gynnsam inverkan i detta fall.

Punktkorrosion har konstaterats i samtliga impregneringsprover samt i oimpregnerat virke i Simlångsdalen. Orsaken till att punktkorrosion i oimpregnerat virke i växthuset inte uppstått kan inte förklaras.

5.3 Ordinärt kolstål

Kolstål visar den högsta korrosionshastigheten av de prövade metallerna. Korrosionshastigheten har också visat sig vara klart högre i oimpregnerat virke än i impregnerat - oavsett använt impregneringsmedel.

En påtaglig skillnad mellan de olika impregneringsmedlen har också konstaterats. Bäst är, d v s minsta angrepp visar, Boliden K33. Näst är P50 följt av KP-Cuprinol, Celcure AP 2, Chemonite, Celcure AP och Celcure M i nämnd ordning.

Kraftigare angrepp på prover exponerade i Simlångsdalen jämfört med växthuset här det gäller impregnerade brädor är en mycket oväntad iakttagelse. När det gäller spik av kolstål i oimpregnerat virke gäller det mer närliggande förhållandet att kraftigare angrepp påvisats i växthuset.

Luftningselement förekommer och visar sig i form av karaktäristisk åtsnörning ca 20 mm under spikhuvudet.

5.4 Elektrolytiskt förzinkad spik

De elektrolytiskt förzinkade spikarna har i övervägande grad korroderat så mycket att all zink försvunnit och betydande angrepp på stålet har uppkommit. Undantag från detta utgör spik exponerad i Chemonite och Celcure M i växthuset. Prover exponerade i Simlångs-

dalen med nämnda kombinationer har däremot korroderat lika mycket eller kanske t o m mer än andra kombinationer. Hållbara slutsatser av observerade förhållanden är svåra att dra.

Någar fall av luftningselement hos prover av elektrolytiskt förzinkad spik exponerad i växthuset har också iakttagits.

Det är emellertid helt uppenbart att alltför tunna skikt av zink - så som ofta är förhållandet hos elektrolytiskt förzinkat gods - ger ett otillräckligt skydd för stål exponerat i trä - impregnerat såväl som oimpregnerat - utomhus eller under andra krävande förhållanden, som t ex i växthus.

5.5 Varmförzinkad spik

De varmförzinkande spikarna har inte i något fall korroderat så långt att röd rost iakttagits. Korrosionsangreppen på varmförzinkad spik är 3 till 4 gånger större i växthuset än i Simlångsdalen. Vidare har konstaterats att korrosionshastigheten hos den varmförzinkade spiken endast är ca 10% lägre än hos spik av ordinärt kolstål i växthuset. Varmförzinkat stål förefaller vidare att korrodera lika mycket oberoende av om virket är impregnerat eller inte. Avvikande från ovanstående är prover av varmförzinkat material i med P50 impregnerat virke exponerat i Simlångsdalen, där en korrosionshastighet av samma storleksordning som den hos ordinärt kolstål uppmätts.

5.6 Impregneringsmedlens betydelse ur korrosionssynpunkt

Impregnering förefaller medföra förhöjd korrosion endast gentemot aluminium. Eventuellt kan detta bero på att koppar i detta fall är den huvudsakliga bäraren av korrosionsanlagen. Mässing och zink ger samma korrosionshastighet oavsett om virket är impregnerat eller inte. Kolstål korroderar - i alla händelser i denna undersökning - betydligt mer i oimpregnerat virke jämfört med impregnerat.

Försök att ersätta arseniksyra mot fosforsyra, som ju är en känd korrosionsinhibitor, har inte givit påvisbar effekt utom möjligen i fallet spänningskorrosionssprickning hos mässing, där en positiv effekt kan spåras. I sammanhanget fosforhaltiga impregneringsmedel bör observeras det abnorma beteendet vid försöken med varmförzinkat material i P50 i Simlångsdalen.

Minst aggressivt av de testade impregneringsmedlen förefaller Boliden K33 vara, undantagandes eventuell förmåga att bidra till spänningskorrosionssprickning hos mässing. I detta avseende verkar Boliden K33 vara det mest verksamma av provade impregnerings-salter. Det statistiska materialet är emellertid väl litet för alltför hård gränsdragning.

Mest aggressivt mot metaller av de testade medlen förefaller Cel-cure AP vara. En gradering av medlen är emellertid vanskelig dels på grund av små skillnader, dels på grund av väl litet material.

Beträffande rötskyddet är tiden uppenbarligen för kort för att ge tillfredsställande utslag av de olika medlens effekt. Det oimpregnerade virket visar naturligtvis betydande angrepp.

5.7 Allmänna synpunkter

Det bör anmärkas att korrosionshastigheten generellt sett vad gäller zink är mycket högre i växthuset än i Simlångsdalen. När det gäller ordinärt kolstål har proven i Simlångsdalen oftast korroderat mer än de i växthuset, fränsett proven med oimpregnerat virke. Allmänkorrosionen hos mässing är större i Simlångsdalen än i växthuset, medan aluminium visar det motsatta förhållandet.

Det kan förtjänas nämnas att spänningskorrosionssprickning, gropfrätning och luftningselement ur praktisk synpunkt som regel är farligare än allmänkorrosion. Dessa typer av angrepp medför ju ett avsevärt mycket större reducerande av spikens respektive skruvens tvärsnitt med åtföljande hållfasthetsreduktion.

Vidare bör anmärkas att försöken i en så pass extrem miljö som växthuset endast kan relateras till just denna miljö. När det gäller mer generella, normala rekommendationer bör man nog i huvudsak förlita sig till de resultat som framkommit vid försöksfältet i Simlångsdalen.

Spik och skruv som skall användas i träkonstruktioner - impregnerade eller inte - utomhus eller under andra korrosiva påkänningar bör vara av varmförzinkat stål, rostfritt stål eller koppar. Mässing och aluminium har visserligen tillfredsställande allmän korro-

sionshårdighet men angrips ofta genom spänningskorrosionssprickning respektive gropfrätning. Dessa angreppsformer medför kraftiga, lokala nedsättningar av den effektiva arean hos spik respektive skruv, vilket i sin tur medför hög brottfrekvens. Luftnings-element, som i sin tur medför s k midjebildning hos spik av ordinarie stål samt stål med otillfredsställande ytbehandling, är också en frekvent skadetyper som bör beaktas. Ytbehandling av tillfredsställande kvalitet som t ex varmförzinkning undanröjer nämnda problem.

Använda impregneringssalter

Impregneringssalt	Analys %							Formel
	CuO	CrO ₃	As ₂ O ₅	SO ₃	Na ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O	
K33	14,8	26,6	34,0	-	-	-	24,6	1,26 CuO + 1,80 CrO ₃ As ₂ O ₅
Celcure AP	10,2	26,9	22,7	7,4	8,3	-	24,5	1,30 CuO + 2,73 CrO ₃ As ₂ O ₅ + 0,94 SO ₃ + 1,36 Na ₂ O
Celcure AP II	12,3	32,4	27,4	-	3,4	-	24,5	1,30 CuO + 2,72 CrO ₃ As ₂ O ₅ + 0,46 Na ₂ O
Celcure M	11,46	26,85	-	11,56	8,32	-	26,84	1,0 CuO + 1,86 CrO ₃ + 0,93 Na ₂ O + 1,0 SO ₃ + 1,12 B ₂ O ₃ + 0,11 Cr(CH ₃ COO) ₃
P50	15,9	20,0	-	-	-	16,6	47,5	1,7 CuO + 1,7 CrO ₃ + P ₂ O ₅
Kopparamin- fosfat (CAP)	10,5	-	-	-	-	6,5		2,86 CuO + P ₂ O ₅ + 22,88 NH ₃
Chemonite	8,9	-	7,7	-	-	-		2,9 CuO + 1,0 As ₂ O ₅ + 27 NH ₃ + 0,25 CH ₃ COOH
KP-Cuprinol	<p>K-salt: Kopparsalt i form av ett ammoniakaliskt karbonat. Saltet håller minst 11,5% CuO.</p> <p>P-salt: Klorfenolat, natrumsalter av högklorerade fenoler.</p> <p>Vid impregnering enl Lowry skall per liter impregneringslösning finnas 50 g K-salt och 4,75 g P-salt.</p> <p>Bilaga 3 visar CuO- och Cl-halten i träet.</p>							

Använd spik och skruv för korrosionsprovning i
impregnerat och oimpregnerat virke

Spiksort	Storlek	Spikens yta inkl huyud cm ²	Zinkvikt per spik mg	Zinkskikt- tjocklek µm	Tillverkare
Kolstål-spik	75 x 28	8,4	0	0	Gunnebo Bruks AB
El. förzinkad spik	75 x 28	8,4	25; 35 50; 54 74; 70	4; 6 8; 9 12; 12	"
Varmförzinkad spik	75 x 28	8,4	454; 440 650; 745 800; 800	76; 74 109; 124 134; 134	"
Aluminium- spik (Al)	75 x 4,5	5	0	0	Metallhyttans AB
Mässings- skruv (M)	64 x 60 3 12	13	0	0	A Stenman

Analysen av aluminiumspiken visar 0,1 - 0,3% Fe, 1,8 - 2,4% Mg
och resten Al

Analys av mässingsskruven visar 63% Cu och 37% Zn

Analys av använt impregnerat virke

Impregnerings- medel	CuO		CrO ₃		As ₂ O ₅		P ₂ O ₅		Na ₂ O		SO ₄		Cl		Anmärkning
	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	
K33	0,41	0,39	0,75	0,69	1,04	0,86									Impregneringen utförd vid lokalt impregneringsverk
Celcure AP	0,47	0,34	1,20	0,87	1,04	0,74			0,38	0,19	0,43	0,30			Impregneringen utförd vid Bolidens forskningslaboratorium
Celcure AP 2 (APUS)	0,42	0,31	1,12	0,83	0,96	0,73			ej analyserat						"
Celcure M	0,47	0,35	1,13	0,84					0,30	0,23	0,43	0,32			"
P50	0,62	0,37	0,78	0,47			0,70	0,41							"
Kopparamin- fosfat (CAP)	0,61	0,52					0,38	0,32							"
Chemonite	0,79	0,32			0,48	0,28									"
KP-Cuprino1	0,38	0,34											0,03		Impregneringen utförd vid lokalt impregneringsverk

Använda betlösningar för avlägsnande av korrosionsprodukter från spik och skruv efter exponering

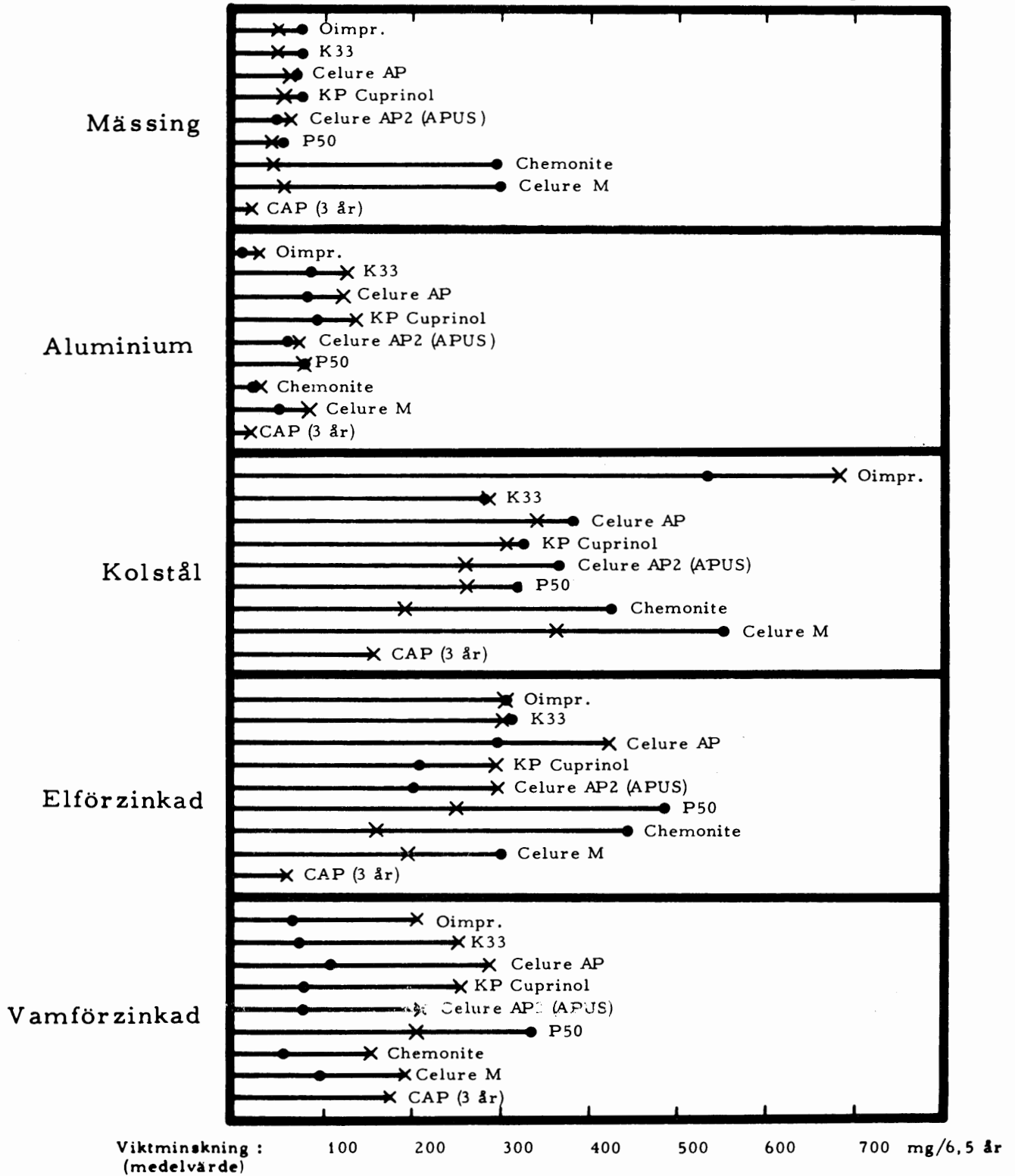
Metall	Lösning	Betingelser
Kolstål	HCl, sp.v 1,16 Sb ₂ O ₃ 20 g/l SnCl ₂ 20 g/l	Rumstemperatur 15 - 20 min
Mässing	H ₂ SO ₄ , 5-procentig + sparbetmedel (tiokarbamid)	75° 5 min
Aluminium	HNO ₃ , konc + CrO ₃ 50 g/l	20° 5 - 15 min
Zink	Mättad ammoniumacetat- lösning (1480 g/l)	20° ca 15 min

Korrosionshastigheten (medelvärde) i mg
6,5 år i växthus resp i Simlångsdalen

Impregnerings- medel	Försöks- station	M	A1	Kol- stål	Elfz	Vfz	Anm
Oimpregnerat	Växthus	48	29	687	318	205	6,5 år exp tid
	Simlångs- dalen	82	12	531	316	68	
K33	"	46	130	286	299	258	"
		80	88	284	208	71	
Celcure AP	"	59	122	339	423	288	"
		71	82	382	295	107	
KP Cuprinol	"	53	139	308	295	254	"
		74	94	325	209	76	
Celcure AP 2 (APUS)	"	64	77	260	300	211	"
		49	66	371	201	76	
P50	"	49	86	261	252	204	"
		57	86	320	487	337	
Chemonite	"	43	32	191	159	156	6 års exp tid
		298	26	430	444	56	
Celcure M	"	55	83	366	193	191	"
		301	52	557	301	100	
CAP	endast i växthus	22	16	157	64	160	3 års exp tid

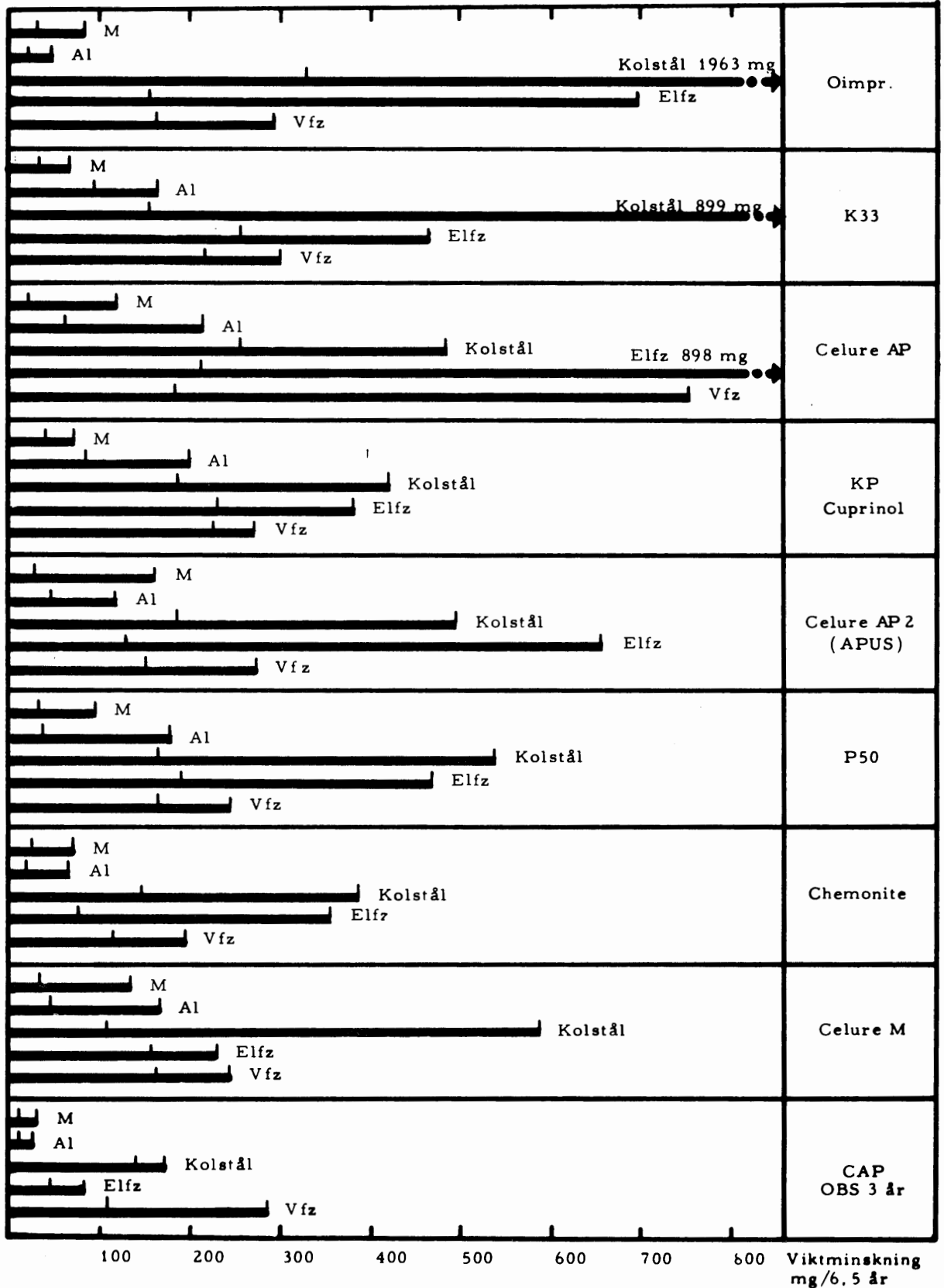
Korrosionshastigheten i växthuset (x) och i Simlångsdalen (●)

Celure M och Chemonite 6 år, CAP 3 år endast i växthuset, övriga 6,5 år

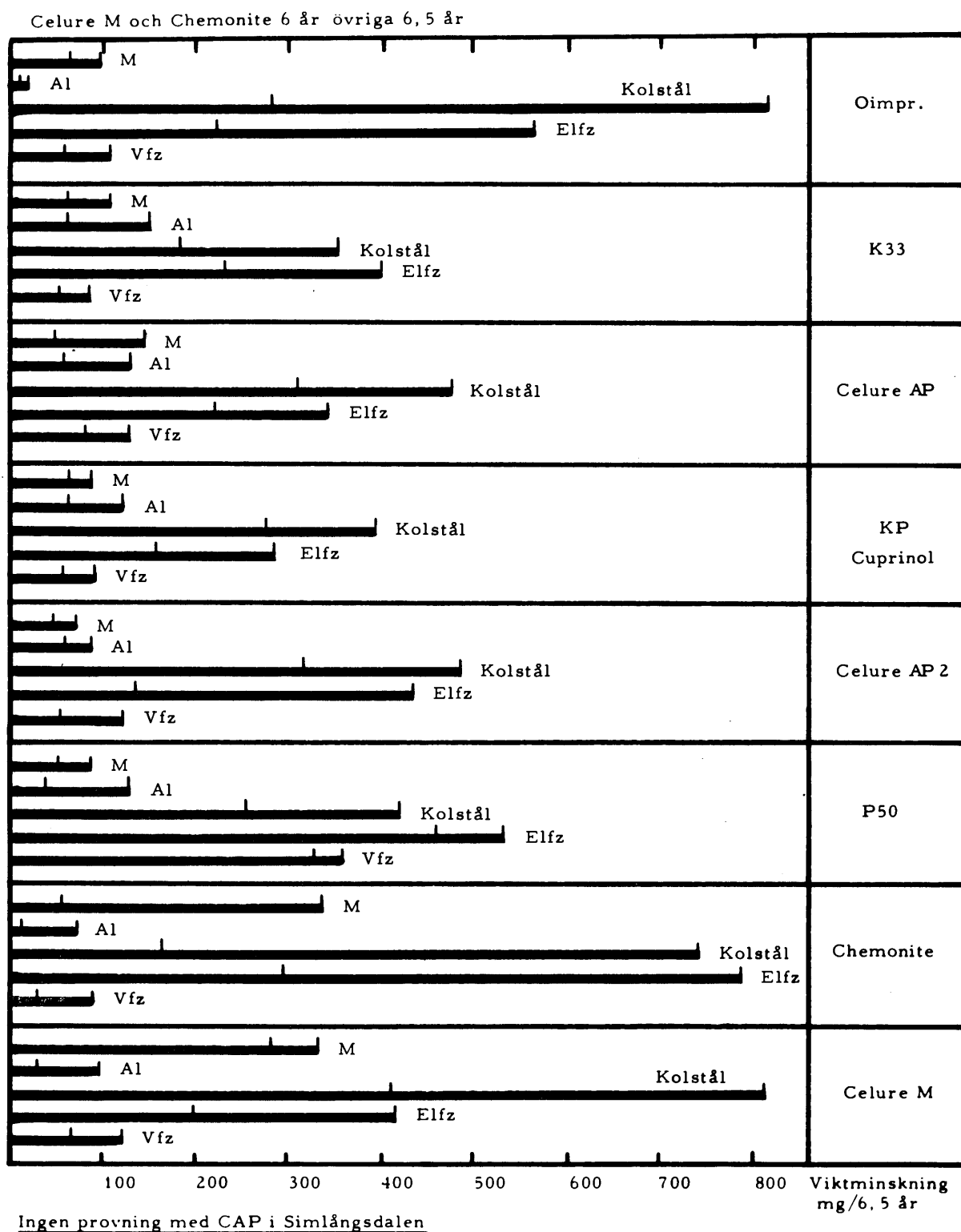


Max- och min- värden för korrosionshastigheten i växthuset

Celure M och Chemonite 6 år övriga 6,5 år



Max- och min- värden för korrosionshastigheten i Simlångsdalen



Ingen provning med CAP i Simlångsdalen



Bild 1. Midjebildning på spik av ordinärt kolstål.
Waistline formation on nail of ordinary steel.



Bild 2. Korrosion av stålspik i oimpregnerat trä. Observera midjebildningar samt nedbrytning av träet pga bildade järnsalter.
Corrosion of a steel nail in untreated wood. Notice the waistline formations and the deterioration of the wood due to decomposition of the cellulose by ferric salts.



Bild 3. Gropfrätning på aluminiumspik.
Pitting corrosion of an aluminium nail.



Bild 4. Mässingsskruv med 2 brott pga spänningskorrosionsprickning.
Stress corrosion cracking has caused the breakage of this brass screw.