

LIMMET

Att ingenting fastnar på polypropen är inte limmets fel. Det är en egenskap hos ytan, och den går att mäta. Förstår du ytenergi vet du på förhand vilka material som kommer att bli problem, vilka som limmar sig själva, och varför en fog som såg perfekt ut släpper efter tre veckor.

YTENERGI – VARFÖR NÅGOT FASTNAR ALLS

gräns för vanliga lim, ca 40

29

PP mN/m

Polypropen. Under limmens ytspänning. Primer, flambehandling, metakrylatlim eller plastsvetsning.

Ett lim måste ha **lägre ytspänning än materialets ytenergi** för att kunna väta ytan. De flesta lim ligger mellan 30 och 45 mN/m. Allt till vänster om strecket är därför problematiskt oavsett vilken flaska du köper — och allt till höger fastnar nästan av sig självt, förutsatt att ytan är ren.

01

GRUNDPRINCIPER

Fem idéer. Den första förklarar de flesta misslyckanden, den fjärde förklarar resten.

1 · LIMMET MÅSTE VÄTA YTAN

Vidhäftning kräver att limmet lägger sig som en obruten film i mikroskopisk kontakt med materialet. Det sker bara om limmets **ytspänning är lägre än materialets ytenergi**. Är den högre drar limmet ihop sig till droppar, precis som vatten på en vaxad bilhuv, och kontaktytan blir en bråkdel av vad den ser ut att vara.

Vanliga lim ligger runt 30–45 mN/m. Metall, glas och keramik ligger på hundratals och är därför lätta att limma. **PP, PE, PTFE och silikon ligger under**, och där hjälper ingen märkesvara — ytan måste ändras först, eller så väljer man mekanisk infästning.

2 · ADHESION OCH KOHESION ÄR TVÅ OLIKA FEL

Titta på brottytan när en fog släpper. Sitter limmet kvar på *ena* sidan och den andra är blank är det **adhesionsbrott** — limmet släppte från materialet, alltså ett ytenergi- eller renhetsproblem. Har limmet delat sig på mitten och sitter kvar på båda sidorna är det **kohesionsbrott** — limmet självt var för svagt, och du behöver en starkare typ eller tjockare fog. Diagnosen tar tre sekunder och pekar åt helt olika håll.

3 · FOGEN SKA BELASTAS I SKJUVNING, ALDRIG I SKALNING

Ett limförband kan vara starkare än materialet i skjuvning och samtidigt gå att riva isär med fingrarna i skalning. Skillnaden är att skjuvkraften fördelas över hela ytan, medan skalning koncentrerar allt till en linje som vandrar.

- **Överlappsfog** i stället för stumfog. En stumfog i trä eller plast är nästan alltid fel konstruktion.
- **Överlappet** bör vara minst tre gånger godstjockleken. Längre än tio gånger ger knappt något mer — spänningen koncentreras ändå till ändarna.
- **Avlasta skalning** med en nit, skruv eller fals som tar den kraften.

4 · RÄTT FOGTJOCKLEK ÄR TUNNARE ÄN DU TROR – UTOM NÄR DEN INTE ÄR DET

Styva lim — cyanoakrylat, epoxi, anaeroba — är starkast i tunn film, 0,05 till 0,2 mm. Mer lim ger svagare fog, eftersom kohesionsbrottet då sker inuti limmet. **Elastiska lim** — MS, PU, silikon — behöver tvärtom 2 till 5 mm för att kunna röra sig. En elastisk fog pressad till noll är lika värdelös som en epoxifog på fem millimeter.

Det här är också svaret på varför saker släpper efter en säsong: två material med olika värmeutvidgning limmade med ett styvt lim. Aluminium mot plast över en meter rör sig millimetrar när temperaturen ändras. Antingen tar limmet upp rörelsen, eller så gör konstruktionen det.

5 · HÄRDNINGSMEKANISMEN BESTÄMMER ALLT PRAKTISKT

Öppentid, spaltfyllnad, hur djupt det härdar och vad som händer i kyla följer av *hur* limmet stelnar, inte av vilket märke det är.

FEM SÄTT ATT STELNA		
MEKANISM	LIMTYPER	FÖLJD I PRAKTIKEN
Fukthärdande	Cyanoakrylat, PU, MS, silikon	Härdar från ytan och inåt. Djupa fogar tar dagar. Torr vinterluft bromsar kraftigt.
Tvåkomponent	Epoxi, PU 2K, metakrylat	Härdar överallt samtidigt, oberoende av luftfuktighet. Blandningsförhållandet är kritiskt.
Anaerob	Gänglås, fogtätning	Härdar bara i frånvaro av syre <i>och</i> nära metall. Överskott utanför fogen förblir vått.
Strålningshärdande	UV-lim	Sekundsnavt, men bara där ljuset når. Minst en fogpart måste vara genomskinlig.
Fysikalisk torkning	PVAc, kontaktlim, smältlim	Lösningsmedel eller vatten måste ut, alltså kräver minst en porös part. Reversibelt av värme eller fukt.

FÖRBEHANDLING

Tre steg som tar fem minuter och avgör om fogen håller i tjugo år eller tre veckor.

1. **Rugga.** Slippapper 120–240 eller ett blåstrat ytskikt. Poängen är inte att limmet ska gripa mekaniskt — det är en myt som överdrivs — utan att den förorenade ytskiktet på några molekylers tjocklek försvinner och att ytan blir större.
2. **Avfetta.** Isopropanol på luddfri duk, i en riktning, byt duk. Aceton är effektivare men angriper många plaster. **Torka aldrig med samma duk fram och tillbaka** — då flyttar du bara fettet.
3. **Limma inom minuter.** En nyslipad, avfettad yta börjar samla damm och luftburna föroreningar direkt. Aluminium bygger nytt oxidskikt på sekunder.

ATT KOMMA ÅT LÅGENERGIPLASTER

PP, PE och POM går inte att limma med vanliga metoder. Det finns fyra vägar runt det, i ordning efter hur väl de fungerar:

- **Primer för polyolefiner.** En lösning som lämnar ett tunt, högenergiskikt på ytan. Säljs tillsammans med cyanoakrylat och fungerar förvånansvärt bra. Enklaste svaret.
- **Flambehandling.** Ett snabbt svep med en gasolbrännare oxiderar ytan och höjer ytenergin dramatiskt. Måste limmas inom minuter, sedan avtar effekten. Kräver övning för att inte deformera detaljen.
- **Plasma eller corona.** Industrimetoden, samma princip.
- **Strukturella metakrylatlim** formulerade för polyolefiner. Dyra, luktar illa, men de enda som limmar PP till PP med verklig hållfasthet utan primer.

ETT PROV SOM AVSLÖJAR ALLT

Droppa vatten på den förbehandlade ytan. **Rinner det ut till en tunn film** är ytenergin hög och limmet kommer att väta. **Drar det ihop sig till en pärla** är ytan antingen för fet eller för lågenergisk, och fogen kommer att släppa. Samma prov som används industriellt, fast med testbläck i stället för vatten.

CYANOAKRYLAT

Superlim. Snabbast, sprödast, och det enda lim som härdar på att du andas på det.

CYANOAKRYLAT

Superlim · CA · etyl-, metyl- eller alkoxyetylester

Anjonisk polymerisation, startad av fukt

FIXTID 5–60 s	FULL STYRKA 24 h	SPALT < 0,15 mm	SKJUVHÅLLFASTHET 15–25 MPa	TEMPERATUR –30 till +80 °C
HÅLLBARHET 1 år, kylt 2–3				

VARFÖR DEN ÄR SÅ SNABB OCH SÅ SPRÖD

Monomeren polymeriserar på spårmängder av vatten — luftfuktigheten på ytan räcker. Kedjorna blir långa och raka utan tvärbindingar, vilket ger hög draghållfasthet men nästan ingen seghet. En CA-fog tål stora krafter rakt på och lite grann i vridning eller slag.

ANVÄND TILL

- **Små, väl passande fogar** i plast, gummi, metall och keramik.
- **Trä och läder** — den porösa varianten suger in och blir stark.
- **Fixering** inför en riktig limning eller mekanisk infästning.
- **Med bikarbonat eller kaffesump** som fyllmedel blir det en snabbhårdande, slipbar massa. Håll pulver i springan och droppa lim på — det härdar omedelbart och blir hårt som plast. Ett av de mest användbara verkstadsknepen som finns.
- **Sprickstopp i plast** — borra ett hål i sprickans ände och fyll.

VARIANTER

- **Tunnflytande** kryper in i hårfina springor med kapillärkraft. Applicera efter hopsättning.
- **Gel** rinner inte och fyller upp till ett par tiondels millimeter. På lodrätt och poröst är den enda vettiga.
- **Gummimodifierad** (svart eller grå) har betydligt bättre slagseghet och skalthållfasthet. Dyrare, och det värt varje krona på något som ska tåla stötar.
- **Aktivator** i sprayform härdar överskott på sekunder, men sänker slutstyrkan markant. Använd sparsamt och bara på det som sticker ut.

FYRA SVAGHETER

- **Vatten och värme bryter ner den.** En CA-fog i fuktig miljö tappar styrka på månader. Inte för utomhusbruk.
- **Blomning.** Vit beläggning runt fogen när monomerånga kondenserar och härdar på ytan. Syns värst på mörka och blanka ytor. Motverkas med låglukt-varianter och ventilation.
- **Anfaller inte plasten men spänningssprickor** uppstår ändå i polykarbonat och akryl på grund av värmen i härdningen.
- **Bomull och ull ger kraftig exoterm reaktion.** Superlim på en bomullshandske eller trasa kan bli brännhett på sekunder och ryka. Inte en kuriositet — det ger riktiga brännskador.

FÅR DU DET PÅ FINGRARNA

Dra försiktigt isär, rulla — slit inte. Etylacetat löser härdat CA utan att förstöra underlaget, och är den bästa borttagaren också på plast och lack. Aceton fungerar men angriper mer.

SNABBT

SPRÖTT

TUNN FÖG

EJ FUKT

04

EPOXI

Det starkaste konstruktionslimmet, och det enda som fyller stora spalter utan att tappa hållfasthet.

EPOXI

Tvåkomponent · bisfenol A-diglycidyleter plus amin

Additionspolymerisation, harts +
härdare

POTLIFE 5 min – 2 h	FULL STYRKA 24–72 h	SPALT Upp till 5 mm+	SKJUVHÅLLFASTHET 20–40 MPa	TEMPERATUR –40 till +120 °C
KRYMPNING Mycket låg				

BLANDNINGSFÖRHÅLLET ÄR INTE EN RIKTLINJE

Harts och härdare reagerar i bestämda molförhållanden. Överskott av endera *deltar inte* — det blir kvar som mjukgörare i den härdade massan och sänker både hållfasthet och värmetålighet. Det går alltså inte att "ta lite extra härdare så går det fortare". Väg eller använd sprutan, och blanda i minst en minut, inklusive längs kanterna och i botten.

DUBBELBLANDNING

Blanda ordentligt i ett kärl, håll över i ett rent kärl, och blanda igen. Det tar tio sekunder och eliminerar den vanligaste orsaken till klibbiga partier: oblandat material som suttit kvar på kärlets vägg.

ANVÄND TILL

- **Bärande förband** i metall, komposit, sten och glas.
- **Spaltfyllnad** där passningen är dålig. Enda limtypen som behåller styrkan i tjock fog.
- **Ingjutning** av elektronik och magneter.
- **Laminering** av glasfiber och kolfiber.
- **Spackel** genom att röra i fumed silica till majonnäskonsistens. Med mikrobällor blir det lätt och slipbart, med kolfiberpulver blir det starkt och svartslipat.

SNABB ELLER LÅNGSAM

Femminutersepoxi är bekväm och betydligt svagare — typiskt hälften av hållfastheten och klart sämre värme- och fukttålighet. Den är fixeringslim, inte konstruktionslim. Ska fogen bära: använd en variant med minst en timmes potlife.

Värme påskyndar och förbättrar. Ett dygn i 40 °C ger högre slutlig hållfasthet och värmetålighet än en vecka i rumstemperatur. Under 15 °C härdar de flesta epoxier ofullständigt och blir permanent klibbiga.

ALLERGI

Ohärdad epoxi är starkt allergiframkallande, och allergin är livslång när den väl utvecklats. Aminhärdare är dessutom frätande. Nitrilhandskar varje gång, även för en droppe, och byt handske när den blivit kladdig utanpå. Rengör verktyg med aceton *före* härdning — efteråt finns ingenting som löser den.

STARKAST

SPALTFYLLANDE

BÄRANDE

ALLERGEN

POLYURETAN

Segt, fukttåligt och det enda vanliga limmet som expanderar medan det härdar.

POLYURETAN

PU · enkomponent fukthärdande · ”Gorilla”, D4-lim

Isocyanat + fukt → polyuretan + CO₂

FIXTID 30–120 min	FULL STYRKA 24 h	EXPANSION 2–4 ggr volymen	SKJUVHÅLLFASTHET 10–20 MPa	FUKT D4, kokfast
HÅLLBARHET 6–12 mån öppnad				

Isocyanatgrupperna reagerar med vatten — ur luften, ur träet, eller ur en fuktad yta — och avger koldioxid i processen. Det är därför limmet skummar upp. Skummet i sig har **ingen hållfasthet**: det som bär är den tunna filmen i själva fogen.

SKUMMET LURAR

Att fogen svällt full betyder inte att den är fylld med lim. Ett PU-förband måste **tvingas ihop under press** hela härdtiden, annars trycker gasutvecklingen isär delarna och du får en fog av skum. Det är den vanligaste orsaken till att PU-limmade möbler släpper.

ANVÄND TILL

- **Trä utomhus** — D4-klassat, tål kokande vatten. Bättre än PVAc i väta.
- **Olika material mot varandra**: trä mot metall, sten mot plast.
- **Fuktiga underlag**, där de flesta andra lim vägrar.
- **Skum för isolering och drevning** i burkform, samma kemi.

ISOCYANATER

Ohärdade isocyanater sensibiliserar luftvägarna och kan ge yrkesastma. Ventilera, handskar, och undvik att slipa halvhärdat material. Sedan **24 augusti 2023** kräver REACH bilaga XVII post 74 utbildning för yrkesmässig hantering av produkter med över 0,1 % monomera diisocyanater. Privat bruk är undantaget — men skälet bakom kravet, uppskattningsvis över 5000 nya fall av arbetsrelaterad astma om året i EU, gäller lika mycket i ett garage.

TRÄ UTMOMHUS

SEGT

EXPANDERAR

KRÄVER PRESS

MS-POLYMER

Den moderna allroundaren. Limmar och tätar, fastnar på nästan allt, är övermålningsbar och luktar ingenting.

MS-POLYMER

Silanförnätning med luftfukt

Silanmodifierad polymer · SMP · hybridlim · ”monteringslim”

SKINNTID 10–30 min	HÄRDNING 2–3 mm/dygn	FOGTJOCKLEK 2–5 mm	TÖJNING 150–300 %	ÖVERMÅLNING Ja
TEMPERATUR –40 till +100 °C				

VARFÖR DEN ERSATT SÅ MYCKET

MS-polymer är i praktiken silikonets vidhäftning och elasticitet utan silikonets två stora problem: den går att måla över, och den förorenar inte ytan för framtida limning eller lackering. Den innehåller varken isocyanat eller lösningsmedel och luktar knappt. För allt som ska sitta fast *och* röra sig är det förstahandsvalet.

ANVÄND TILL

- **Montering** av lister, skivor, speglar och beslag.
- **Elastiska fogar** mellan material med olika rörelse.
- **Fordon och båt** — tål vatten, salt och UV.
- **Fogtätning** som ska målas, till skillnad från silikon.

FOGEN BEHÖVER KUNNA TÖJA

En elastisk fog ska fästa mot **två** ytor, inte tre. Fäster den även i botten kan den inte töja och spricker. Lägg bottningslist av cellplast i djupa fogar — den sätter både djupet och hindrar trepunktsvidhäftning. Tumregel: fogdjup ungefär halva fogbredden.

ELASTISKT

ÖVERMÅLNINGSBART

LUKTFRITT

ALLROUND

SILIKON

Oöverträffad i värme, väta och rörelse. Och det material som förstör ytan för allt annat i all framtid.

SILIKON

Kondensationshärdning med luftfukt

Polysiloxan · ättiksystem eller neutralsystem

SKINNTID 5–20 min	HÄRDNING 2–3 mm/dygn	TÖJNING Upp till 600 %	TEMPERATUR –60 till +200 °C	ÖVERMÅLNING Nej
YTENERGI 24 mN/m				

TVÅ SYSTEM SOM INTE ÄR UTBYTBARA

- **Ättiksilikon** luktar ättika under härdning och avger ättiksyra. Billigast och starkast vidhäftning på glas och kakel. **Korroderar metall**, särskilt koppar, mässing och betong. Aldrig i elektronik.
- **Neutralsilikon** (oxim- eller alkoxisystem) luktar svagt eller inget och angriper inte metall. Nödvändigt på natursten, betong, spegelbaksidor och kring elektronik. Dyrare och något svagare vidhäftning.

SILIKON FÖRORENAR ALLT DET RÖR VID

Silikonolja migrerar, sprids som damm i luften och lägger sig som en osynlig film med 24 mN/m ytenergi. En yta som fått silikon på sig går därefter varken att måla, limma eller lackera — färgen kryper ihop i så kallade fiskögon. Det går inte att tvätta bort helt. **Ha aldrig silikon i samma rum som lackering**, och använd egna verktyg och trasor. Det här är den vanligaste orsaken till oförklarliga vidhäftningsproblem i en verkstad.

FUNGERAR Knappt som LIM

Silikon har låg hållfasthet och används för tätning och rörelseupptagning, inte för att bära last. Behöver du både täthet och styrka: MS-polymer.

VÄRME

VÄTA

RÖRELSE

FÖRORENAR

08

ANAEROBA

Gänglås och fogtätning. Härdar bara där det är instängt mellan två metallytor — vilket är exakt vad man vill.

ANAEROBA

Gänglås, gängtätning, lagerfixering · ”Loctite”

Radikalpolymerisation, hämmad av syre,
katalyserad av metalljoner

FIXTID 10–30 min	FULL STYRKA 24 h	SPALT 0,05–0,5 mm	TEMPERATUR –55 till +150 °C	UNDERLAG Metall
HÅLLBARHET 1–2 år				

Mekanismen är elegant: syret i luften hindrar polymerisationen, och järn- och kopparjoner startar den. Så länge limmet ligger i flaskan — av polyeten, som släpper igenom syre — händer inget. I det ögonblick det stängs in mellan två metallytor börjar det härda. Överskottet som pressats ut förblir vått och torkas bort.

FÄRGKODERNA, UNGEFÄRLIGT		
TYP	STYRKA	ANVÄNDS TILL
Lila	Låg	Små skruvar, justerskruvar. Lossnar med handverktyg.
Blå	Medel	Standardgänglås. Går att lossa med vanligt verktyg.
Röd	Hög	Permanent. Kräver värme, 250 °C, för att lossa.
Grön	Kryp	Tunnflytande, sugs in i redan monterade gängor och lager.
Vit eller gul	Tätning	Rörgångor, ersätter lin och gängtejp.

PASSIVA METALLER BEHÖVER AKTIVATOR

Rostfritt, aluminium, titan och förzinkat avger för få joner och härdningen blir mycket långsam eller utebliven. Använd aktivator, eller räkna med flera dygn. På plastgångor händer ingenting alls — och flera plaster spänningsspricker dessutom av ohärdat anaerobt lim.

- GÄNGLÅS
- METALL
- VIBRATION

UV-HÄRDANDE

Obegränsad öppentid och sedan tre sekunder till färdigt. Priset är att ljuset måste komma fram.

UV-LIM

Akrylat med fotoinitiator · "5-sekunderslim" med lampa

Radikalpolymerisation startad av UV
eller synligt blått ljus

ÖPPENTID O begränsad i mörker	HÄRDTID 3–30 s	VÅGLÄNGD 365 eller 405 nm	SPALT < 1 mm	KRAV Genomskinlig part
SKJUV 10–20 MPa				

Att kunna positionera i lugn och ro och sedan härda på kommando är en unik kombination. Används för glas, optik, smycken, och för att fixera komponenter på kretskort. **Samma kemi som i 3D-skrivarharts**, vilket betyder att ett flaskharts för en SLA-skrivare fungerar utmärkt som UV-lim, ofta till en tiondel av priset.

TVÅ BEGRÄNSNINGAR

Skuggade partier härda aldrig. Det som ligger under en metalldetalj förblir vått i årtal.

Syreinhibering gör dessutom att den fria ytan mot luften blir klabbig — täck med film eller efterhärda under vatten eller i kvävgas.

UV-LJUS OCH OHÄRDAT HARTS

365 nm skadar ögats hornhinna och ger snöblindhet efter minuter. Använd UV-skyddande glasögon, inte vanliga. Ohärdade akrylater är hudsensibiliserande på samma sätt som epoxi.

GLAS OCH OPTIK

POSITIONERING

KRÄVER LJUS

10

ÖVRIGA

Tre limtyper som torkar i stället för att härda, och som därför lyder helt andra regler.

TRÄLIM, PVAC

Vitlim · polyvinylacetat · D2, D3, D4

Vattnet försvinner, dispersionen koalescerar

PRESSTID 30–60 min	FULL STYRKA 24 h	MINSTA TEMP +10 °C	FUKTKLASS D2 inne – D4 ute	KRAV Poröst underlag
KRYPNING Under last				

En rätt utförd PVAc-fog i trä är **starkare än träet självt** — brottet sker i fibern bredvid limmet. Kräver press, plan passning och att minst ett material kan suga upp vattnet. Fungerar därför inte mellan två täta ytor.

Kryper under konstant last och mjuknar av värme och fukt. För bärande konstruktioner utomhus: PU eller epoxi i stället.

- TRÄ
- STARKARE ÄN FIBERN
- KRÄVER PRESS

KONTAKTLIM

Neopren eller polykloropren i lösningsmedel

Lösningsmedlet avdunstar, ytorna svetsas av tryck

AVLUFTNING 10–20 min	STYRKA DIREKT Ja	JUSTERBART Nej	YTA Stora, plana	VÄRMETÅLIGHET Låg, 60–70 °C
BRANDFARA Hög				

Stryks på **båda** ytorna och får torka tills det inte längre kladdar på ett finger. Först då sätts delarna ihop, och då sitter de omedelbart och oåterkalleligt. Använd mellanlägg av papper eller pinnar för att kunna positionera stora skivor innan kontakt.

För laminat, gummimattor, klädsel och listverk. Inte för något som ska hålla i värme.

- STORA YTOR
- DIREKT FÄSTE
- INGEN JUSTERING

SMÄLTLM

Limpistol · EVA eller polyamid

Smälter och stelnar, ingen kemisk reaktion

ÖPPENTID 10–60 s	ARBETSTEMP 120 eller 190 °C	VÄRMETÅLIGHET 50–80 °C	SPALT Fyller väl	STYRKA Låg
REVERSIBELT Ja, med värme				

Undervärderat för **tillfällig fixering**, dragavlastning och kabelhantering, och oöverträffat för att snabbt hålla något på plats. Att det går att värma loss igen är en fördel, inte en brist.

Högtemperaturvarianten vid 190 °C ger märkbart bättre vidhäftning och styrka än 120-graderslimmet. **Polyamidsmältlim** tål 120 °C och används för elektronik.

KRYPER I VÄRME

En smältlimfog i en bil på sommaren eller intill ett kraftaggregat glider isär. Använd inte där temperaturen kan gå över 50 °C, och inte för något som ska bära last över tid.

- FIXERING
- REVERSIBELT
- EJ VÄRME

MATERIALMATRIS

Slå upp materialet, läs av kolumnen. Gäller efter rätt förbehandling — utan den är alla rutor sämre än de ser ut.

TECKENFÖRKLARING

✓ fungerar bra · ! fungerar med förbehåll, se anmärkning · ✗ fungerar inte, eller skadar materialet

MATERIAL MOT LIMTYP									
MATERIAL	YTENERGI MN/M	CYANO-AKRYLAT	EPOXI	PU	MS	SILIKON	ANAEROB	UV	ANMÄRKNING
Stål och gjutjärn	700+	✓	✓	✓	✓	!	✓	✗	Ättiksilikon korroderar. Rugga och avfetta.
Aluminium	500	✓	✓	✓	✓	!	!	✗	Oxidskiktet återbildas på sekunder — limma direkt. Anaerobt behöver aktivator.
Rostfritt	700+	✓	✓	✓	✓	!	!	✗	Passivt — anaerobt kräver aktivator.

[illegible]

MATERIAL	YTENERGI MN/M	CYANO- AKRYLAT	EPOXI	PU	MS	SILIKON	ANAEROB	UV	ANMÄRKNING
PE och HDPE polyeten	31	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	Samma. Det är därför limflaskor är gjorda av PE.
PTFE	18	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	Kräver etsning med natriumnaftalenid. I praktiken: mekanisk infästning.
Silikongummi	24	✗	✗	✗	✗	!	✗	✗	Bara silikon fäster på silikon, och även det dåligt. Primer krävs.
EPDM och nitrilgummi	33	✓	✗	!	✓	!	✗	✗	CA är förvånansvärt bra på gummi. Epoxi är för styvt.
Kolfiber och glasfiber	hög	!	✓	✓	✓	✗	✗	✗	Slipa bort ytharts och släppmedel. Epoxi mot epoxi är oslagbart.

FELSÖKNING

Ordnat efter vad som hände, inte efter orsak. Titta först på brottytan — den säger nästan alltid vilken av de två familjerna felet tillhör.

NÄR FOGEN INTE HÅLLER		
SYMPTOM	TROLIG ORSAK	ÅTGÄRD
Limmet sitter kvar på ena sidan, andra sidan blank	Adhesionsbrott — ytan var fet, för lågenergisk, eller oxiderad	Rugga och avfetta om. Kontrollera ytenergin i skalan högst upp.
Limmet delat sig på mitten, sitter kvar på båda	Kohesionsbrott — limmet självt för svagt	Byt till starkare typ, eller minska fogtjockleken om limmet är styvt.
Fogen släppte efter några veckor, inte direkt	Värmerörelse mellan olika material, eller fukt	Byt till elastiskt lim, MS eller PU. Styvt lim mellan aluminium och plast fungerar inte över tid.
Härdade aldrig, klubbigt efter dygn	Fel blandningsförhållande, för kallt, eller dålig omrörning	Väg i stället för att ögonmäta. Under 15 °C härdar epoxi ofullständigt.
Klibbiga fläckar i annars härdad epoxi	Oblandat material från kärlets vägg	Blanda i två kärl. Går inte att rädda — skrapa bort och gör om.
Vit beläggning runt superlimfogen	Blomning — monomerånga som härdat på ytan	Låglukt-variant, mer ventilation, mindre lim. Torka bort med aceton på ömtåligt underlag.
Plasten sprack i fina nät efter limning	Spänningssprickor i polykarbonat eller akryl	Avspänn detaljen i värme före limning, eller byt till epoxi eller UV-lim.
Färgen kryper ihop i fiskögon vid lackering	Silikonförorening	Silikon i lokalen. Tvätta med avfettning, byt trasor, och lackera aldrig i samma rum.

SYMPTOM	TROLIG ORSAK	ÅTGÄRD
PU-fogen svällde men bär ingenting	Delarna trycktes isär av gasutvecklingen	Tvinga ihop under press hela härdtiden.
Anaerobt lim härdade inte i gängen	Passiv metall — rostfritt, aluminium, förzinkat	Aktivator, eller räkna med flera dygn.
UV-limmet är vått under detaljen	Skuggning — ljuset når inte fram	Minst en genomskinlig part, eller byt limtyp.
UV-limmets yta är klibbig men insidan hård	Syreinhibering vid den fria ytan	Täck med film under härdning, eller efterhärda under vatten.
Fogen sprack på längden i mitten	Trepunktsvidhäftning — fogen fäster även i botten	Bottningslist. Fogdjup ungefär halva bredden.
Mjuk PVC släppte efter några månader	Mjukgöraren vandrar ut i limfogen	Elastiskt lim avsett för mjukgjord PVC, eller mekanisk infästning.
Trälimfogen gled isär under belastning	PVAc kryper under konstant last	PU eller epoxi för bärande fogar.
Smältlimmet lossnade i värme	Termoplastiskt lim mjuknar	Ingen fixering över 50 °C. Byt limtyp.
Inte fäster alls, oavsett lim	PP (polypropen), PE (polyeten), POM, PTFE eller silikon	Primer, flambehandling, metakrylatlim, plastsvetsning eller skruv.
Tube är hård fast den är halvfull	Fukthärdande lim som fått luft	Cyanoakrylat kylskåpsförvaras. MS och PU: tryck ut luften, försegla spetsen.

Om dokumentet. En sammanställning för hobby- och verkstadsbruk. Siffrorna är typiska värden — enskilda produkter varierar mycket, och det är tillverkarens datablad som gäller, inte den här sidan. Ytenergier anges för rena ytor; verkliga ytor ligger nästan alltid lägre.

Ansvar. Ohärdad epoxi, akrylat och isocyanat är sensibiliserande, och en gång utvecklad är allergin livslång. Handskar och ventilation är inte överdrift utan minimum.

Systerdokument, samma form och samma ambition:

Kemiskåpet — hushålls- och verkstadskemi

Ytskiktet — plätering och anodisering

Lödningen — mjuk- och hårdlödning

Plasterna — plastidentifiering och materialval

Alla fem finns samlade i Bänkboken på kan-sjalv.se.

Fel och tillägg tas emot tacksamt, på hej@kan-sjalv.se. Innehållet får spridas med angivande av källa (CC BY 4.0).