HYDAL
ALUMINIUM
PROFILER

PROFILHANDBOK

Design med profil



Hydal Aluminium Profiler

Från idé till färdig komponent!



Hydal Aluminium Profiler är en av Skandinaviens ledande leverantörer av strängpressade, bearbetade och ytbehandlade aluminiumprofiler och komponenter. Vi levererar aluminiumprofiler till de flesta branscher och våra huvudmarknader är Norge och Sverige.

Vi vill kombinera vår uppgift som leverantör av aluminiumprofillösningar och vidareförädlade komponenter med rollen som aktiv samarbetspartner när det gäller design, produktutveckling och konstruktion.

Vi skall bistå våra uppdragsgivare i arbetet att förverkliga konkurrenskraftiga profillösningar som motsvarar kraven på funktion, precision och ekonomi.

Från idé till färdig komponent.

Innehåll

ALLMÄN DEL

Inledning ... **2**
Från osannolikt till självklart ... **3**
Här används aluminium-profiler ... **4**
Hydal – Din samarbetspartner ... **6**
Utforska aluminiums värdekedja ... **8**
Den gröna metallen ... **10**
Aluminiums egenskaper ... **11**
Profiltillverkning ... **12**
Konstruktion & Design ... **12**
Strängpressning ... **12**
Verktyg ... **14**
Ytbehandling ... **15**
Bearbetning ... **16**
Emballering ... **17**
Återvinning ... **17**
Att samarbeta med Hydal ... **18**
Att tänka på vid profil-beställning ... **19**



TEKNISK DEL

Legeringar ... **22**
Egenskaper ... 23
Legeringsöversikt ... 24
Korrosion ... **25**
Profiltyper ... **28**
Profildimensioner ... **29**
Design & Konstruktion ... **30**
Jämntjockt gods ... 30
Mjuka former ... 30
Symmetri ... 30
Omskrivna cirkelns diameter ... 30
Underlätta och förenkla ... 31
Kylelement ... 31
Dekorlinjer ... 31
Minsta godstjocklek/OCD ... 32
Gapmått ... 32
Fogning ... **33**
Skruvfickor ... 33
Skruv-, Bultförband ... 35
Snäppfogar ... 36
Profil i profil ... 38
Ledfunktion/gångjärn ... 38
Valsning ... 38
Skarvning ... 39
Sammansatta profiler ... 39
Hörnförband ... 39
Stukning ... 39
Nitning ... 40
Fogning med andra material ... 40
Limning ... 41
Svetsning ... 44
- materialegenskaper ... 44
- MIG-, TIG-svetsning ... 46
- profilutformning för svetsning ... 46
- Friction Stir Welding ... 47
Bearbetning ... **48**
Skärande bearbetning ... 48
- kapning ... 48
- gradning ... 49
- fräsning ... 49
- borrning ... 49
- svarvning ... 50
- gängning ... 50
- stansning ... 51
- isolering ... 51
Plastisk formning ... 52
Ytbehandling ... **53**
Ytbehandlingsmetoder ... 53
Mekanisk ytbehandling ... 54
- polering ... 54
- trumling ... 54
- slipning ... 54
Elektrokemisk ytbehandling ... 55
- anodisering ... 55
- färganodisering ... 56
Organisk ytbehandling ... 56
- lackering ... 56
- screentryck ... 57
- foliering ... 57
Ytkriterier ... 58
Profiltoleranser ... **59**
Legeringsgrupper ... 59
Måttoleranser ... 60
Toleranser väggtjocklekar ... 61
Längdtoleranser ... 62
Formtoleranser ... 62
Bearbetningstoleranser ... 64



Inledning

Vår profilhandbok är skriven för dig som yrkesmässigt arbetar inom områden som berör utveckling av såväl gamla som nya produkter i aluminium.

Boken är uppdelad i en första **allmän del**, som ger en bred överblick över våra verksamhetsområden och våra produkter, och i en andra fördjupad **teknisk del**. Den tekniska delen ger dig mer detaljerad information om bl a legeringar, konstruktion, bearbetning och ytbehandling, till stöd för ditt idé- och utvecklingsarbete.

Profilhandboken ska vara en kunskaps- och inspirationskälla. Här har vi samlat det mesta värt att veta om aluminiumprofiler och deras möjligheter som konstruktionsmaterial. När du fått en idé hjälper vi dig gärna vidare.

I samarbete förverkligar vi funktionella, kostnadseffektiva och lönsamma profil- och produktlösningar!

Frågor? Idéer eller bara nyfiken? Välkommen att kontakta oss – hela vår organisation står till din tjänst med både service och profilsupport.

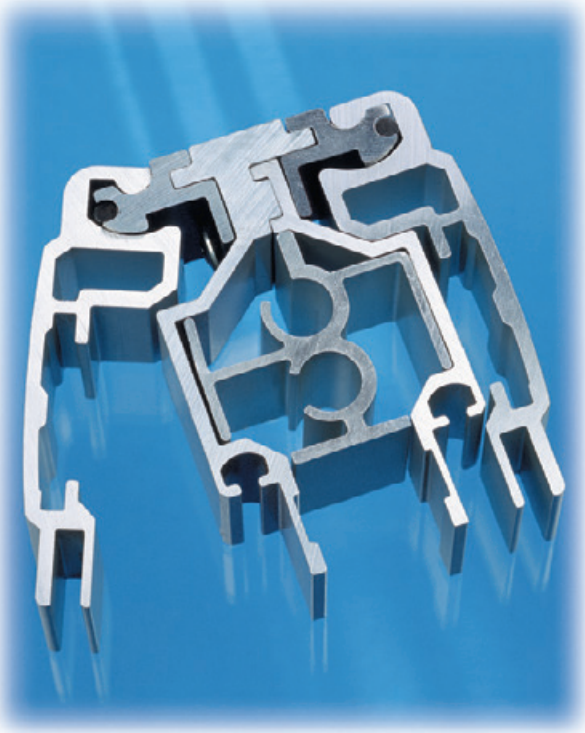




Från osannolikt till självklart

Aluminiumprofiler kallas med rätta ”möjligheternas material” och är i dag näst efter stål den mest använda metallen. Få andra material visar en sådan unik kombination av egenskaper som gör det användbart i snart sagt alla konstruktionssammanhang och produktapplikationer; hög styrka och låg vikt, god el- och värmeledningsförmåga, enastående formbarhet, god korrosionshärdighet och snygg ytfinish. Bäst av allt, aluminium kan lätt återvinnas gång efter gång med endast en bråkdel av den ursprungliga energiinsatsen.

Tänk fritt
– tänk aluminiumprofiler!



Kreativ design
Strängpressning är en teknik som ger nära nog obegränsade möjligheter att anpassa produktutformningen efter behov. Funktioner kan också byggas in som reducerar kostnader i form av minimerat antal detaljer, minskad efterbearbetning och enklare montering. Aluminiumprofiler ger förutsättningar för och inspiration till kreativare design och tekniska lösningar som förbättrar, förenklar och förbilligar.

Tänjer gränserna
Användningen av aluminiumprofiler ökar starkt världen över och finner ständigt nya applikationsområden. Aluminiumprofiler som konstruktionsmaterial ger möjlighet att tänka i nya banor och tänja gränserna till det möjliga. För bara några decennier sedan var stegar i aluminium en smått osannolik innovation och lastbilsflak av aluminiumprofiler var en omöjlighet. Byggkomponenter som bl a fönster av aluminium var snudd på otänkbara och stora bärande konstruktioner av profiler outförbara.

Idag är dessa produkter inte bara verklighet. De är en del av vardagslivet och en nödvändighet för för funktion, livslängd, energibesparing och god ekonomi.

Bortom gränserna!
Aluminiumprofiler kommer att fortsätta revolutionera vårt sätt att utveckla och närma oss nya konstruktioner och produktlösningar. Vår profilhandbok vill ge dig inspiration och vi inbjuder dig att tillsammans med oss tänja gränserna för det möjliga med aluminiumprofiler.



Här används alumini

Aluminiumprofiler används i snart sagt alla branscher, produkter och miljöer. En kort tur i din vardag ger några goda exempel.

Bilen, bussen, tåget, flygplanet, lastbilen, båten.

Användningen av aluminiumprofiler inom transportsektorn ökar snabbt. Här kommer aluminiums alla goda egenskaper särskilt väl till pass genom möjligheten att skapa starka och lätta konstruktioner med lång livslängd och god korrosionshärdighet. Varje kilo minskad vikt ökar lastförmågan och sänker bränslekostnaderna.

Datorn, skrivaren, TV:n, videon, elektronikskåpet.

Fronter, ramar och kylelement är ofta tillverkade av aluminiumprofiler. Inbyggda funktioner i profilerna som minimerar antalet komponenter och underlättar montering och komponentanslutningar samt snygg ytfinish och goda värmeledande egenskaper är några av de starka argumenten för aluminium i dessa produkter.

Kylskåpet, frysen, spisen, köksinredningen.

Ramar, handtag, lister och kylelement är exempel på aluminiumprofiler i köksregionens produkter. Snygg ytfinish, lätta att hålla rena, slitstyrka, låg vikt och hög hållfasthet är några av aluminiumprofilernas egenskaper som här tas till vara.

Fotbollsmålet, tennisracketen, golfvagnen.

Här är det elasticiteten och styrkan i kombination med den låga vikten, formbarheten och ytfinishen som är avgörande.

Fönstret, dörren, fasaden.

Minimerat underhåll, styrka och låg vikt, hög stabilitet och lång livslängd är vägledande vid valet av byggkomponenter i aluminium. Byggbranschen



är en av de största förbrukarna av aluminiumprofiler.

Konferensrummet, inredningen, möblerna, belysningen.

Ramen till konferenstavlan, upphängningslister, bordsram och ben, ram och raster till belysningen är exempel på inredningsdetaljer tillverkade av aluminiumprofiler. Styrka, låg vikt, formbarhet och snygg ytfinish är här de viktigaste egenskaperna vid valet av aluminiumprofiler.







umprofiler



Listan är ändlös... vi kunde ha presenterat så många fler exempel. Kanske finns snart din egen produkt bland exemplen?

Utvecklingspartner och totall

Från idé till

Hydal Aluminium Profiler är en ledande leverantör av strängpressade, bearbetade och ytbehandlade aluminiumprofiler och komponenter. Vi levererar aluminiumprofiler till de flesta branscher och våra huvudmarknader är Norge och Sverige.

Vi vill kombinera vår uppgift som leverantör av aluminiumprofillösningar och vidareförädlade komponenter med rollen som aktiv samarbetspartner när det gäller design, produktutveckling och konstruktion. Vi skall bistå våra uppdragsgivare i arbetet att förverkliga konkurrenskraftiga profillösningar som motsvarar kraven på funktion, precision och ekonomi.

Hydal Aluminium Profiler består av två enheter i Norge och Sverige med stor samlad kompetens vad gäller tillverkning, bearbetning, ytbehandling och försäljning av aluminiumprofiler.

Vi är en liten och flexibel organisation med lång och gedigen kunderfarenhet. Vi har omfattande resurser för teknisk service, strängpressning, ytbehandling och bearbetning.

Vi är certifierade enligt: ISO/TS 16949 och ISO 14001.

I Hydal har du en samarbetspartner med enkla och snabba kontaktvägar, lokal närvaro och hög fokus på kvalitet och leveranssäkerhet.

Genom våra produktionsresurser kan vi förverkliga profillösningar som motsvarar kraven på funktion, kvalitet, precision och ekonomi. Tillsammans formar vi din konkurrenskraftiga konstruktionslösning baserad på aluminiumprofiler.

Från idé till färdig produkt!





I Raufoss i Norge finns vår enhet som inrymmer huvudkontor med försäljning och teknisk support samt strängpressning, bearbetning och ytbehandling.

I Vetlanda finns Hydal Aluminium Profiler AB:s huvudkontor. Här arbetar vi med försäljning, kundservice och teknisk support och har också en enhet för avancerad skärande bearbetning och vidareförädling av profiler och komponenter i aluminium. Hydal har också säljkontor i Karlstad.

- Hydal Aluminium Profiler
- Hydal AS / Hytrans

everantör färdig produkt

Hydal Group

Hydal Aluminium Profiler | **Hydal AS** | **Hytrans**

Hydal Aluminium Profiler ingår i Hydal Group som består av fyra företag med specialinriktning på utveckling, konstruktion och produktion av profiler, komponenter och produkter i aluminium.

Här finns Hydal, Skandinaviens ledande producent av kundanpassade aluminiumskåp och Hytrans, Nordens ledande leverantör av profilsystem till transport- och påbyggarbranschen.







Utforska aluminium

Från brytning av bauxit till produktion av alumina och primäraluminium. Tillverkning av pressbolt, strängpressning, komponenttillverkning och återvinning. Utforska aluminiums värdekedja.



Produktion av primäraluminium

I smältverk produceras rent aluminium från alumina genom smältelektrolys. Kolkatoder i botten av elektrolyscellerna fungerar som elektroder. Anoderna, som också består av kol, förbrukas när anoderna reagerar med syre i aluminat och bildar CO_2. Flytande aluminium tappas från cellerna och gjuts till standard-, plåt- eller strängpressningsgöt beroende på den kommande tillverkningen.



a **Alumina**



b **Bauxit**



c **Elkraft**

Elektrolysprocessen använder betydande mängder av elkraft 13 kWh/kg aluminium i dagens moderna smältverk. Drygt 2/3 av elenergin våra leverantörer använder vid tillverkning av aluminium kommer från förnyelsebar vattenkraft.

a [Alumina]

Aluminiumoxid, eller alumina, produceras genom att raffinera bauxit som är den viktigaste råvaran vid produktion av aluminium.

b [Bauxit]

Aluminium är den tredje mest förekommande beståndsdelen i jordskorpan och återfinns i olika metaller, inklusive bauxit, Förekomster återfinns huvudsakligen i ett brett bälte runt ekvatorn.

c [Effektiv resursanvändning]

Kontinuerlig utveckling sker för att minska den effekt som produktion av primäraluminium har på miljön och har nått goda resultat. Förbrukningen av resurser och energi har minskat såväl som utsläpp från produktion.

iums värdekedja

LONDON METAL EXCHANGE (LME)

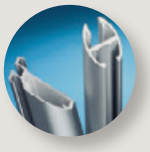


Förädlar metallens egenskaper

Metallens inbyggda egenskaper kan anpassas för produktion och framtida användning genom tillsats av små mängder andra metaller vilket bildar legeringar. I gjuterier omvandlas nytt och omsmält aluminium till pressbolt, gjutlegeringar, valsblock och standardgöt. Aluminiums fantastiska formbarhet, tillsammans med dess låga smältpunkt, innebär att aluminium kan formas på olika sätt för att motsvara konstruktions-kraven i slutprodukten.



Omsmältning

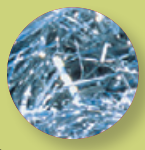


Strängpressade profiler

Strängpressade aluminium-produkter har många användningsområden i de flesta branscher som bil-, transport-, elektronik och byggindustrin.

[Hög återvinningsgrad]

Omsmältning av aluminium kräver lite energi och endast mindre än 3 procent av metallen försvinner under omsmältningsprocessen. Endast 5 procent av den ursprungliga energiinsatsen vid produktion av primäraluminium krävs för att återvinna aluminium.



Återvinning

Kund → Slutförbrukare



En ekologisk helhetssyn

Aluminium kallas ofta för den gröna metallen. Aluminium ger förutsättningar för att skapa miljövänliga produktlösningar som reducerar vikt och energiförbrukning, som minskar underhållsbehov och ökar hållbarhet. Och som i tillägg är enkelt och resurssnålt att återvinna, med bibehållna egenskaper!



Vår verksamhet grundar sig på en ekologisk helhetssyn som sträcker sig från brytningen av bauxit fram till återvinning. Detta synsätt präglar hela produktionskedjan och innebär ansvar och engagemang för skonsam råvaruframställning, reducerade miljöutsläpp och effektivare energianvändning.

Vår verksamhet är del i ett system där allt processavfall sorteras, återvinns och återanvänds. Allt metallskrot går till omsmältning och används på nytt vid strängpressningen.

Genom ständigt förbättrade och effektiviserade produktionsprocesser, minimerade utsläpp och stark fokus på miljöfrågorna har vi skapat en god och säker miljö i våra produktionsanläggningar med närmiljö.

Med en ekologisk helhetssyn samverkar vi med våra kunder i arbetet att framställa resurssnålare, bättre, miljövänligare och mer ekonomiska slutprodukter.

I en värld som strävar efter varsam resurshushållning och ökat klimat- och miljömedvetande blir våra aluminiumbaserade produkter och teknik därför en viktig en del av lösningen!





Aluminiums egenskaper

Aluminium har en unik och oöver-träffad kombination av egenskaper som gör det till ett mångsidigt, användbart och attraktivt konstruktionsmaterial.

Vikt
Aluminium är lätt med bara 1/3 av stålets vikt. Densiteten är 2.7 kg/dm^3.

Styrka
Aluminium är starkt med en drag-hållfasthet mellan 70 – 700 MPa beroende på legering och tillverk-ningsprocess. Med profiler i rätt legering och rätt utformade kan man uppnå samma hållfasthet som hos konstruktionsstål.

Elasticitet
Aluminiums elasticitetsmodul är en tredjedel av stålets (E = 69 GPa). Detta innebär att tröghetsmomentet måste vara tre gånger större för en aluminiumprofil för att få samma böjmotstånd som en stålprofil.

Formbarhet
Aluminium är mycket formbart, en egenskap som används optimalt vid strängpressning. Aluminium kan också gjutas, dras och valsas.

Bearbetning
Aluminium är mycket lätt att be-arbeta, vanlig maskinutrustning kan användas vid bl a skärande bearbetning, och lämpar sig väl för plastisk bearbetning i både varmt och kallt tillstånd.

Fogning
Aluminium sammanfogas med de vanligast förekommande metoderna som bl a svetsning, limning och nitning.

Korrosionsbeständighet
I kontakt med syre bildar aluminium ett tunt oxidskikt som ger ett mycket gott korrosionsskydd även i utsatta miljöer. Skiktet kan ytterligare för-stärkas genom ytbehandling som anodisering eller lackering.

Ledningsförmåga
Den termiska och elektriska led-ningsförmågan är mycket god även jämfört med koppar. En aluminium-ledare väger dessutom bara hälften av en likvärdig kopparledare.

Längdutvidgning
Aluminium har en relativt stor längd-utvidgningskoefficient jämfört med andra metaller. Detta bör man ta hänsyn till vid konstruktion för att ta upp differenser i längdutvidgningen.

Ogiftigt
Aluminium är inte giftigt och lämpar sig därför väl för bl a förvaring och tillagning av matvaror.

Reflexion
Aluminium har god reflexionsför-måga vad gäller både ljus och värme.



Aluminiums fysikaliska egenskaper i jämförelse med några vanliga konstruktionsmaterial

	Aluminium	Koppar	Stål 371	Plast
Styrka/Brottstyrka N/mm^2	250	250	400	50
Formbarhet/Förlängning %	15	25	20	25
Styvhet E, Elasticitetsmodul MPa	69.000	125.000	210.000	3.000
Specifik vikt kg/dm^3	2,7	8,9	7,8	1,4
Smältpunkt °C	650	1080	1500	80
Användbart i temperaturområdet °C	-250–150	-200–300	-50–500	-50–80
Elektrisk ledningsförmåga m/Ohm-mm^2	29	55	7	-
Värmeledningsförmåga W/m °C	200	400	76	0,15
Längdutvidgningskoefficient x10^{-6}/°C	24	17	12	60-100
Omagnetisk	Ja	Ja	Nej	Ja
Svetsbar	Ja	Ja	Ja	Ja



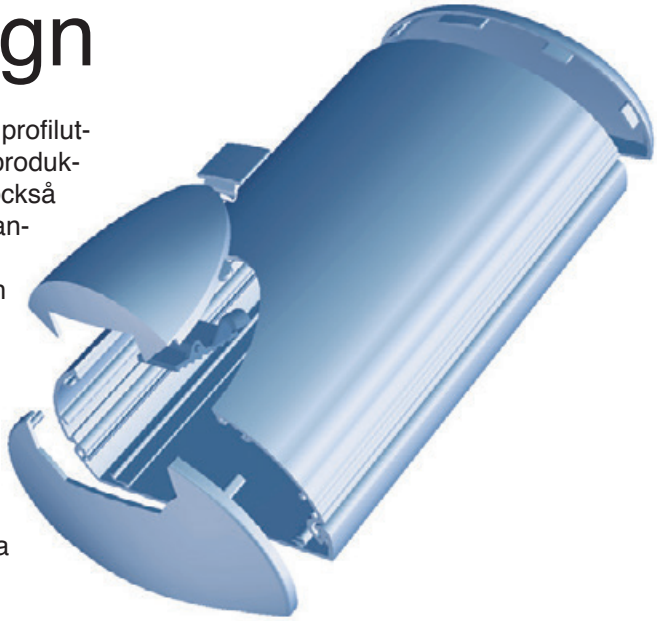
Profiltillverkn

Konstruktion & Design

Hela tillverknings- och produktionsprocessen tar sin början vid ritbordet. Här får profilen sin utformning, här bygger man in lämpliga funktioner för enklare fogning, minimerad efterbearbetning och lättare montering. Här tar man tillvara på aluminiums och strängpressningsteknikens alla fördelar för att åstadkomma en produkt med optimal funktion, utseende och totalekonomi.

Vi har resurser att hjälpa dig i konstruktions- och utvecklingsstadiet. Våra avdelningar för teknisk kundservice, produktutveckling och industridesign bistår med profilutformning, funktions- och produktionsanpassning. Vi kan också assistera med förslag till användaranpassad formgivning samt funktionella och miljövänliga lösningar.

I vår avancerade 3-dimensionella CAD-miljö kan vi skapa dina profillösningar, testa bearbetningsmoment och fogningslösningar. Allt utan att behöva producera verktyg och prototyper.



Sträng-pressning

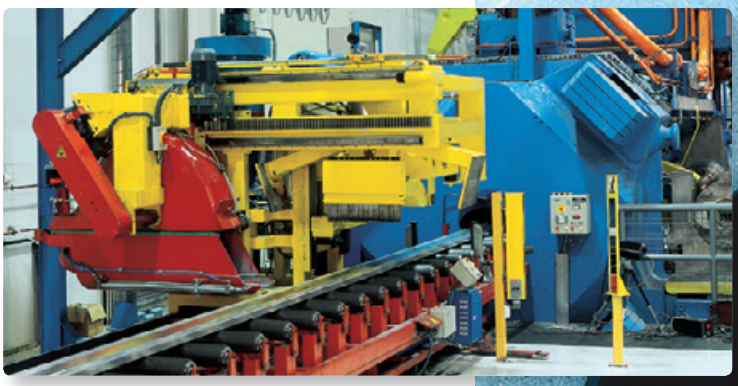
Aluminiumgöt
Utgångsmaterialet för strängpressade aluminiumprofiler är aluminiumgöt som antingen tillverkas av primäraluminium eller återvunnet aluminium. Pressgöten tillverkas genom gjutning i upp till 7 meter långa längder och levereras i en mängd olika legeringar och dimensioner anpassade efter aktuella krav och behov. Göten kapas ner i dimensioner anpassade efter profilpressens kapacitet och den färdiga profilens längd.



Den strängpressade profilen förs ut på ett kylbord.

Strängpressning
Strängpressning innebär att ett uppvärmt aluminiumgöt (450 – 500°C) under högt tryck (1200 – 7000 ton beroende på pressens storlek) pressas genom ett profilverktyg vars öppning motsvarar profilens tvärsnitt. Strängpressningens hastighet (normalt 5 – 50 m/min) beror på legeringen och profilens komplexitet.

ing



Strängpressning sker under högt tryck. 1200 – 7000 ton beroende på pressens storlek.

Kyls och sträcks

Pressens huvuddelar är containern där pressämnet sätts under tryck, huvudcylindern med kolv som pressar pressämnet genom containern och verktyget samt verktygshållaren. Principen för strängpressning visas i skissen nedan. När den strängpressade profilen lämnar verktyget förs den ut på ett kylbord där den kyls med hjälp av luft eller vatten beroende på profilstorlek, form, legering och önskade egenskaper. För att få raka profiler och eliminera eventuella spänningar i materialet sträcks profilerna. Därefter kapas profilerna i lämpliga längder samt går till varmåldring/härdning för att uppnå rätt hållfasthet. Åldringen sker i ugnar i ca 4 – 8 timmar vid en temperatur på ca 190°C. Därefter sker slutkontroll och profilerna är klara för vidare bearbetning eller leverans till kund.



Ett uppvärmt aluminiumgöt pressas genom ett profilverktyg vars öppning motsvarar profilens tvärsnitt.



Hålverktyg eller massiva verktyg

Profilverktygen indelas i två huvudgrupper; verktyg för massiva profiler och för hålprofiler. Verktyget för massiva profiler består av en flat del. Verktyget för hålprofiler består av två delar där kärnan som bildar hålet sitter på en brygga över vilken materialet först delar sig för att sedan välla samman under pressningen. Den andra verktygsdelen formar profilens utvändiga yta.

Upp till 8 profiler – beroende på storlek – kan pressas i flerhålade verktyg.

Verktygen tillverkas av värmehärdigt stål och verktygsöppningarna åstadkoms genom s k trådgnistning i CNC-styrda maskiner.

Låga kostnader

Kostnaderna för strängpressningsverktyg är betydligt lägre än för verktyg till många andra konventionella konstruktionsmaterial och produktionsmetoder. Kostnaderna varierar med profilens storlek och typ. De låga verktygskostnaderna gör strängpressningstekniken intressant även för tillverkning av prover och prototyper.



Verktyg för hålprofil.



Massiva profiler.



Ytbehandling

Aluminium har redan i sitt naturliga tillstånd en ren och snygg yta med god korrosionsbeständighet. För att förstärka ytans motståndskraft mot korrosion, mekaniskt slitage, ge den ett dekorativt utseende eller på annat sätt förändra ytans egenskaper finns flera ytbehandlingsalternativ.

Ytbehandling omfattar:

- Anodisering
- Pulverlackering
- Mekanisk ytbehandling

Anodisering

Anodisering är en elektrokemisk process där man på konstgjord väg gör oxidfilmen på aluminiumytan tjockare. Processen innebär att profilen sänks ned i ett elektrolytiskt bad där likström ansluts till profilen som blir anod och en elektrolytisk cell bildas. Medan den ursprungliga naturliga oxidfilmen endast är 0.02 μ tjock blir filmens tjocklek efter anodiseringsprocessen mellan 5 och 25 μ beroende på önskade produktegenskaper. Med anodiseringsprocessen kan man välja att behålla aluminiums naturliga färg (naturanodisering) eller välja bland ett stort antal infärgningsalternativ.

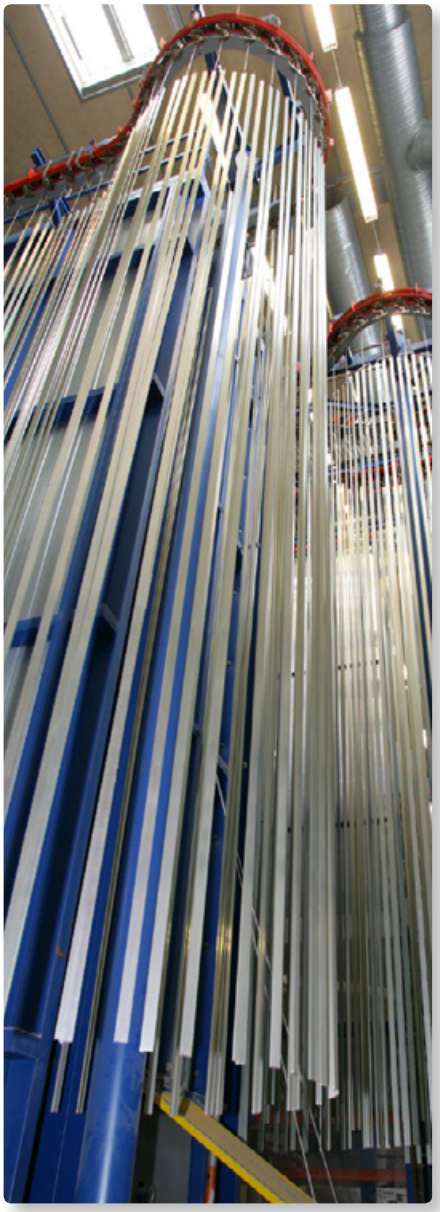
Pulverlackering

Pulverlackering erbjuder ett i det närmaste obegränsat urval färger och ger mycket god hållbarhet.

Andra ytbehandlingsmetoder

Andra ytbehandlingsmetoder är bl a screentryck eller foliering.

Slipning, polering och trumling är exempel på mekanisk ytbehandling.









Bearbetning

Redan i konstruktionsstadiet kan man åstadkomma en profilutformning som minimerar behovet av efterbearbetning och effektiviserar montering och sammansättning. Ofta krävs dock någon form av vidareförädling.

Aluminium och aluminiumprofiler lämpar sig genom sin formbarhet utmärkt för alla förekommande former av bearbetning. Huvuddelen av våra profilleveranser genomgår någon form av efterbearbetning som exempelvis ytbehandling eller skärande bearbetning. Vårt kompletta program för vidareförädling, via egna eller externa resurser, omfattar bl a;

Skärande bearbetning
- kapning
- gradning
- borrning
- svarvning
- fräsning
- gängning
- stansning

Fogning
- svetsning
- limning
- skruvning
- nitning
- stukning

Plastisk formning
- bockning

Hydal – en stark resurs i din verksamhet!

Vi har modern och avancerad maskinpark inkl CNC-styrda fleraxliga fleroperationsmaskiner, även för långlängdsbearbetning – specialmaskiner som ger möjlighet till rationell bearbetning med hög precision och snäva toleranser.

Vi har kompletta resurser att leverera din profilkomponent i exakt utförande, form och storlek för att passa din slutprodukt.

Läs mer om möjligheterna och tekniken i avsnittet ”Bearbetning”, tekniska delen sid 48.











Emballering och transport

Vi använder många alternativa packningsmetoder. Gemensamt kommer vi överens om vilka lösningar som bäst passar dina profiler och behov. Allt för att undvika onödiga kostnader och skapa förutsättningar för säkra och skadefria transporter. Exempel på vanliga packmetoder är;

- **i korg**
- **på pall**
- **i kartong**
- **med mellanlägg**
- **med sträckfilm**





Återvinning

Aluminium är lätt att återvinna och kan omsmältas med endast en bråkdel av den energiinsats som åtgår vid tillverkning av primäraluminium.



I en produkts livscykelanalys ger det positiva effekter och bidrar till minskad miljöpåverkan.

Inom Hydal återvinner vi allt aluminiumskrot för återanvändning i vår tillverkningsprocess.

Vi kan bistå dig i utvecklingen av ditt eget återvinningssystem.



Att samarbeta med Hydal

Vi är till för att förverkliga profillösningar som uppfyller dina krav på funktion, kvalitet, precision och ekonomi. Ju tidigare vi kan delta i utvecklingsprocessen desto bättre kan du utnyttja vår erfarenhet, kompetens, know-how och resurser. Här ger vi dig en kort guide som underlättar din profilplanering och dina första kontakter med oss på Hydal.



Försäljning och kundservice

Att nå våra försäljnings- och kundserviceavdelningar går snabbt och enkelt. Kontakta våra huvudkontor eller besök vår hemsida för närmare uppgifter om vår kundserviceorganisation.

Kan man strängpressa en båtshake?

Går min produkt att tillverka i aluminium? Kan man strängpressa en båtshake?

Självklart svarar vi mer än gärna på dina frågor om aluminium och aluminiumprofiler även i ett tidigt skede. Desto större är chansen att du kommer på rätt spår från början. Välkommen att höra av dig!

Hjälp med ritning, produktutveckling, design, konstruktion?

Du har en idé! En grov skiss. Men vet inte riktigt hur du skall komma vidare?
Eller har du en ritning som behöver optimeras. Kontakta oss så sätter vi fart på idéerna!

Vad kostar det?

Redan på idéstadiet kan vi ge dig en hygglig uppfattning om kostnaden för profilverktyg och produktion, efterbearbetning och ytbehandling. Kontakta oss så berättar vi mer.

Gör upp en checklista!

Ju bättre förberedd du är när du kontaktar oss, desto bättre och mer kvalificerad rådgivning kan vi ge dig direkt. Gör upp en checklista och inkludera följande punkter:

Användningsområde (inomhus eller utomhus)

Funktion (hur skall den användas)

Materialegenskaper (stor eller liten, solid- eller hålprofil)

Design (synlig eller dold yta)

Ytbehandlingskrav (anodiserad eller lackerad)

Toleranser

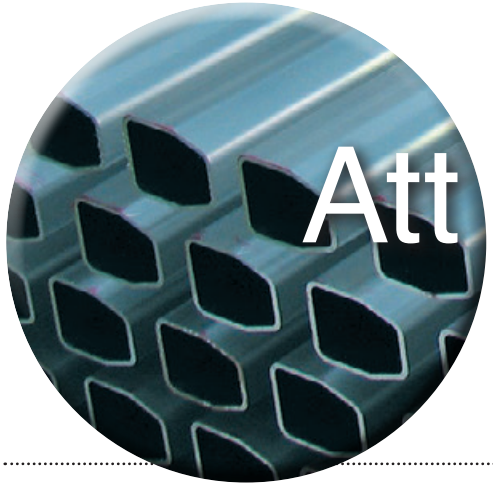
Packning (hur skall din profil levereras?)

Beroende på din produkt finns säkert andra faktorer att överväga. Studera Profilhandboken för fler idéer och kontakta oss gärna så hjälper vi dig till en helhetslösning.

Goda relationer

Goda och varaktiga relationer med våra kunder är grunden i vår verksamhet. Genom att lära känna dig, dina krav och din produkt väl, ökar våra möjligheter att uppfylla gemensamma mål.





Att tänka på vid profilbeställning

Vår Profilhandbok ger dig många variabler att överväga när det gäller utformning och konstruktion av aluminiumprofiler. Alla har de betydelse för såväl funktion som totalekonomi.

Tekniskt samarbete
Vi på Hydal vill kombinera uppgiften som profilleverantör med rollen som aktiv samarbets- och utvecklingspartner. Ta gärna kontakt med oss i initialskedet så arbetar vi gemensamt fram en profillösning optimerad med avseende på funktion och ekonomi.

One-stop-shop
Genom att utnyttja Hydal specialistkompetens frigör du resurser i din egen verksamhet. Genom Hydal får du tillgång till en samarbetspartner med totalansvar som löser alla dina bearbetnings-, lackerings- och ytbehandlingskrav. Rationellt, tidsbesparande och ekonomiskt.

Legering
Vi hjälper dig att välja rätt legering anpassad efter produktens önskade egenskaper och funktionsområden. Höglegerade aluminiumkvaliteter är dyrare och mer svårpressade.

Optimal utformning
Studera råden och tipsen i handboken. Kreativ profildesign med inbyggda funktioner förenklar och sparar kostnader i nästa led.



Materialoptimering
Även en profil med höga hållfasthetskrav kan med kreativ utformning ”material-optimeras”. Placera godset där det behövs och gör inte profilen tyngre och dyrare än nödvändigt!

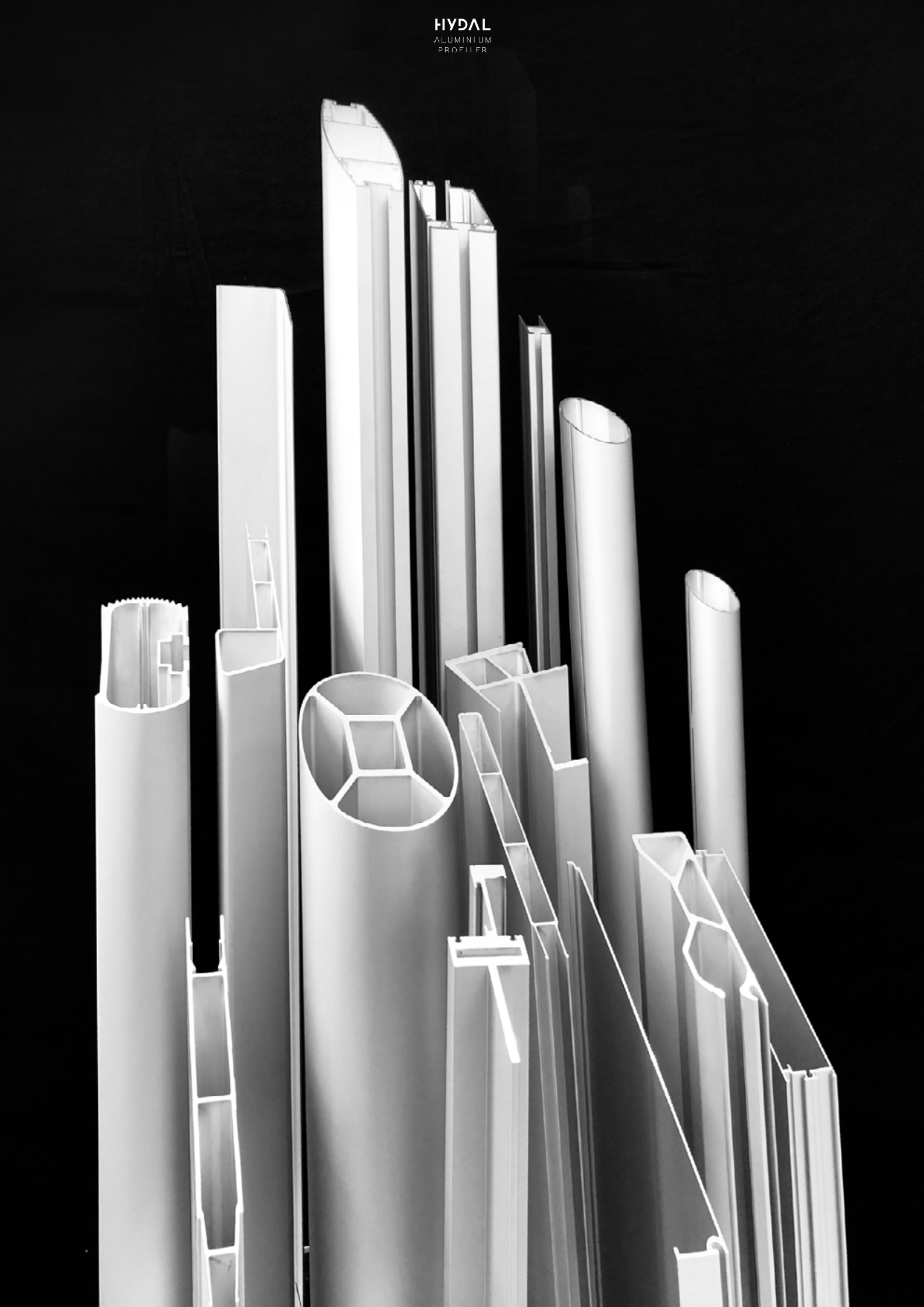
Ytkrav
Alla profilytor behöver inte hålla toppkvalitet. På en profil i en inbyggd konstruktion kan man säkerligen ställa andra ytkrav än på en profil som exempelvis fungerar som frontpanel i ett apparatskåp. Rätt ytkrav för rätt applikation spar kostnader!

Bearbetning
Alltfler profiler bearbetas efter pressning för att vidareförädlas till färdiga detaljer eller produktkomponenter. Redan i designstadiet kan man dock minimera behovet av efterbearbetning. Med samma logik kan man också utforma, anpassa och förbereda profiler med tanke på kommande efterbearbetning. För rationell och kostnadseffektiv produktion.

Rätt kvantitet
Optimera dina beställningar/profilleveranser. Små volymer ger högre kostnader.

Återvinning
Aluminium är en värdefull råvara och vi återvinner allt vårt produktionsspill. Vi kan även ta till vara på och effektivt återvinna ditt eget produktionsspill.

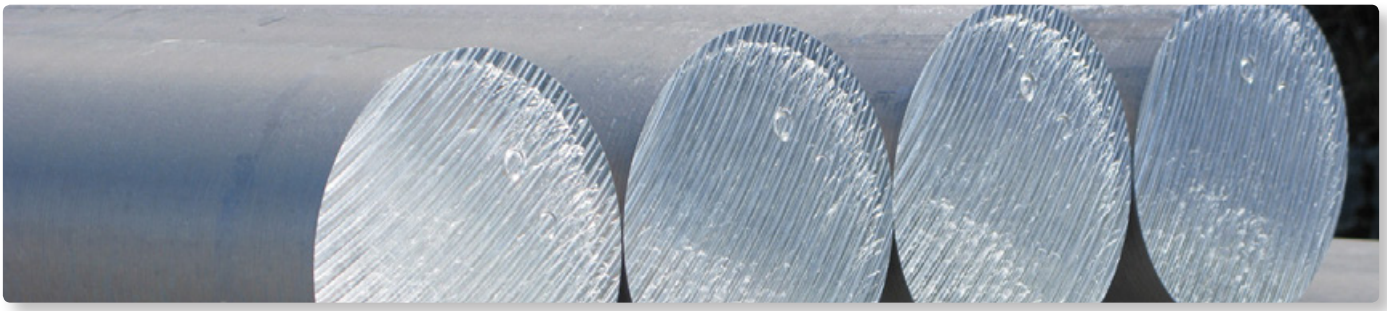
HYDAL
ALUMINIUM
PROFILER



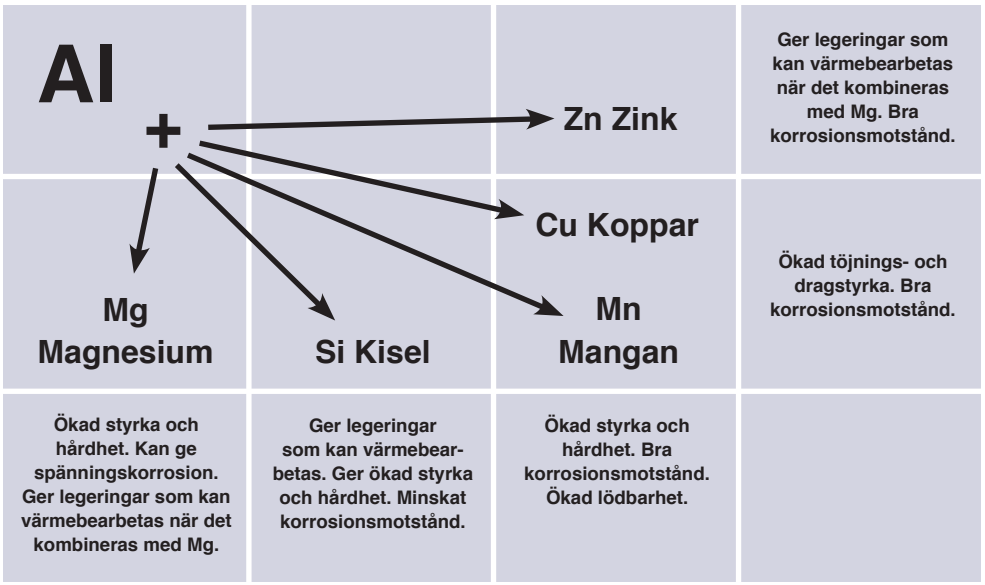


Teknisk del

Legeringar



Val av material är en kritisk punkt i all produktutveckling. Aluminium gör det möjligt att ge produkten passande fysiska och mekaniska egenskaper och samtidigt uppnå ett estetiskt fördelaktigt utseende. Dessutom erbjuder strängpressningstekniken, kombinerad med riktig legering och riktig värmebehandling, oändligt många användningsmöjligheter och anledning till produktförbättringar. Rent aluminium används kommersiellt bara i begränsad omfattning. De flesta strängpressade profiler är tillverkade av aluminium som är legerat med andra metaller. De vanligaste legeringselementen är magnesium (Mg), kisel (Si), mangan (Mn), zink (Zn) och koppar (Cu). Deras andel av den färdiga metallen ligger vanligtvis mellan 0,2 och 7,0%.



Egenskaper som uppnås vid legering med olika metaller.

Strängpressning av aluminium sker för det mesta i legeringar med följande seriebeteckningar:

1000-serien – Al

6000-serien – Al + Mg + Si

7000-serien – Al + Zn + Mg

1000-serien är ej härdbara legeringar. Legeringarna har god termisk- och elektrisk ledningsförmåga och används i applikationer relaterade till detta. Den mekaniska styrkan är vanligtvis ganska låg.

6000- och 7000-serierna är härdbara legeringar. Dessa är de mest använda legeringstyperna vid strängpressning och har ett stort spektra av användningsområden.

6000-serien ger lätt strängpressningsbara material och kan inhärdas direkt från strängpressningstemperatur. Legeringarna har dessutom medelgod till hög styrka, god svetsbarhet och bra korrosionsmotstånd, även i marin miljö. Merparten av strängpressat material för bärande konstruktioner är framställt i dessa kvalitéer. De används som bärande konstruktioner både på land och i marina miljöer.

Legering 6060 har medelgod styrka och är lätt strängpressningsbar även i komplicerade tvärsnittsformer. Legeringstypen är den mest använda till aluminiumprofiler. Den är lätt formbar vid bockning i icke värmebehandlat tillstånd.

Typiska användningsområden är fönster- och dörrprofiler, belysningsarmaturer, markiser, räcken och möbelprofiler. Materialet är väl lämpat för anodisering, både för dekorativa och skyddande ändamål.

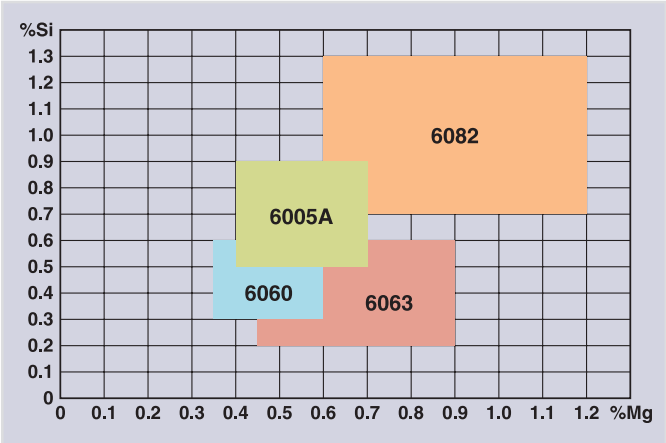
Legering 6063 har något högre hållfasthet än 6060, men är också marginellt svårare att strängpressa i komplicerade tvärsnitt. Användningsområden är till stor del desamma som för 6060. Materialet är väl lämpat för anodisering, både för dekorativt och skyddande ändamål.

Legering 6005 har högre hållfasthet än 6063, men är ytterligare något svårare att strängpressa, speciellt i komplicerade tvärsnitt. Materialet tål förhållandevis liten förlängning för varaktig deformation i fullhärdat material. Legeringen kan vara mer utsatt för interkristallinsk korrosion än 6060, 6063 och 6082. Materialet är väl lämpat för anodisering förskyddande ändamål medan ytkvalitén gör användningen för dekorativa föremål mer begränsad.

Legering 6082 har hög styrka, lämplig för strängpressning av icke komplicerade tvärsnitt. Kvalitén är vanlig i hårt belastade konstruktioner både inom byggindustrin, fartyg, transportmaterial, plattformar, master, broar, ställningar och liknande. Materialet är lämpat för anodisering för skyddande ändamål.

7000-serien har högst styrka av de mest använda konstruktionslegeringarna. 7000-legeringarna har god svetsbarhet och de får mindre hållfasthetsreduktion i svetszonen än legeringar i 6000-serien. Korrosionsmotståndet och formbarheten är emellertid inte så god som för legeringar i 6000-serien, men tillsats av små mängder Zr, Cr eller Mn kan förbättra detta något. Legeringarna användes bl a i bilproduktion, flygcontainers, cykelramar och snabbgående fartyg.

Legering 7108 har mycket hög styrka och god utmattningshållfasthet, men har begränsad strängpressningsbarhet och formbarhet. Legeringen kan vara utsatt för spänningskorrosion i zoner där det är stora sträckspänningar.



Innehållet av Magnesium och Kisel i olika 6000-legeringar kan överlappa varandra vid vissa tillfällen (se diagram ovan). Olika legeringar kan därför komponeras med fokus på optimal funktionsanpassning och producerbarhet. Denna process sker kontinuerligt och vi har idag olika varianter av de redovisade legeringstyperna som är anpassade efter givna förutsättningar.

Leveranstillstånd

F	**Varmpressas och avkyls i luft**
O	**Mjukglödgning vid 350-500°C, 1–5 timmar**
T4	**Materialet inhärdas vid upplösningstemperatur och kallåldras därefter vid 20°C till ett relativt stabilt tillstånd, 5–10 dagar**
T6	**Materialet inhärdas vid upplösningtemperatur (450-530 °C) och varmåldras därefter. Profiler i 6000-serien får gärna beteckningen T6 även om strängpressningstemperaturen kan ligga något under idealisk upplösningstemperatur**

Speciella materialegenskaper kan uppnås vid speciell värmeuthärdning. Vid exempelvis extra åldring d v s värmeuthärdning utöver optimal härdningstid uppnås lägre fasthet men i gengäld större seghet och i enskilda fall också ökat korrosionsmotstånd.

Temperatur – Mekaniska egenskaper

Användning av aluminium vid höga temperaturer bör särskilt beaktas. Redan vid temperaturer över 100°C kan mekaniska egenskaper förändras betydligt på sikt, speciellt om materialet är varmhärdat eller kallbearbetat.

Generellt bör legeringarna 6060, 6063, 6005 och 6082 inte användas strukturellt vid temperaturer över 100°C. Vid ökande temperatur reduceras sträckhållfastheten och slagsegheten medan förlängning vid brott generellt ökar. Det bör observeras att egenskaperna är avhängiga av legering, temperatur och tid. Om inte de exakta temperaturegenskaperna för en given legering är kända kan man som utgångspunkt anta att egenskaper som tryck-, skär- och utmattningshållfasthet varierar proportionellt med sträckhållfastheten.

Egenskaper vid låg temperatur

I motsats till stål blir inte aluminiumlegeringar spröda vid låga temperaturer. Faktiskt ökar styrkan samtidigt som duktilitet och slagseghet består vid temperaturer under rumstemperatur. Vid fallande temperaturer, under 0°C, ökar flytgränsen och sträckhållfastheten i aluminiumlegeringar. Motståndet mot spänningskorrosion kan förbättras något med extra åldring. Svetsning bör endast ske i mindre belastade zoner. Används i konstruktioner med höga hållfasthetskrav som bl a i byggnader, broar och transportmaterial. Materialet är lämpat för anodisering för skyddande ändamål.

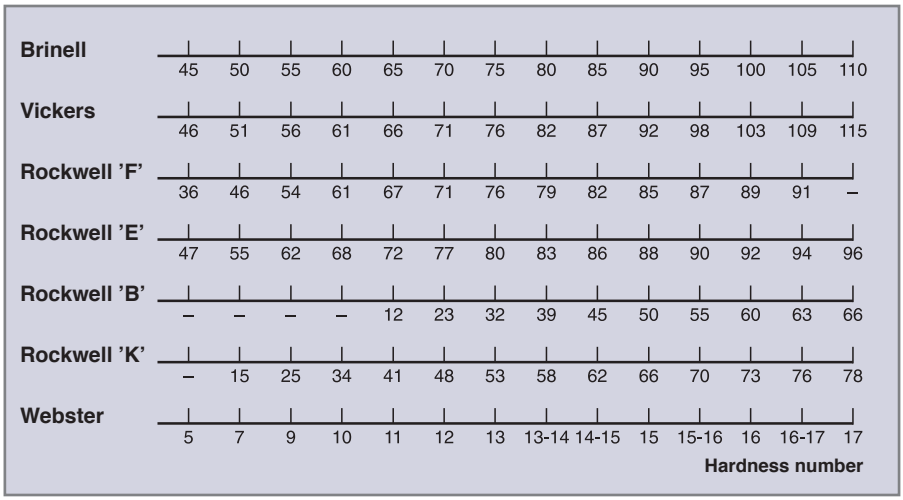
Legeringsöversikt

EN 755-2 (Europeisk standard)*							Fysikaliska egenskaper						
Hydal beteckning	**Legering**	**Tillstånd**	**Väggtjocklek mm**	**$Rp_{0,2}$ (Mpa)**	**R_m (Mpa)**	**A_{50mm} (%) min.**	**Brinell hårdhet, HB**	**Täthet**	**Elasticitetsmodul (GPa)**	**Utvidgningskoefficient (1/K)**	**Termiskt ledningsämne**	**Elektriskt ledningsämne**	**Smältpunkt**
1050 F	EN AW-1050A [Al 99,5]	F	Alla	20	60	23	20	2700	69	24 10^{-6}	229	62	645–658
6060 T4	EN AW-6060 [Al MgSi]	T4	Alla	60	120	14	38	2700	69	23 10^{-6}	200	52	600–655
	EN AW-6060 [Al MgSi]	T6	t≤3 3<t≤25	150 140	190 170	6 6	57 54						
6060 T6	EN AW-6060 [Al MgSi]	T66	t<3 3<t≤25	160 150	215 195	6 6	60 57						
6063 T4	EN AW-6063 [Al Mg0,7Si]	T4	≤25	65	130	12	47	2700	69	23 10^{-6}	200	52	600–655
	EN AW-6063 [Al Mg0,7Si]	T6	t≤10 10<t≤25	170 160	215 195	6 6	64 60						
6063 T6	EN AW-6063 [Al Mg0,7Si]	T66	t≤10 10<t≤25	200 180	245 225	6 6	76 68						
6005 T6	EN AW-6005A [Al SiMg(A)] Massiv profil	T6	t≤5 5<t≤10 10<t≤25	225 215 200	270 260 250	6 6 6	85 81 76	2705	69	23 10^{-6}	200	52	615–655
	EN AW-6005A [Al SiMg(A)] Hålprofil	T6	t≤5 5<t≤15	215 200	255 250	6 6	78 76						
6082 T4	EN AW-6082 [Al Si1MgMn]	T4	≤25	110	205	12	60	2710	69	23 10^{-6}	180	46	580–650
6082 T6	EN AW-6082 [Al Si1MgMn]	T6	t≤5 <5<t≤25	250 260	290 310	6 8	95 98						
7003 T6	EN AW-7003 [Al Zn6Mg0,8Zr]	T6	≤10 <10<t<25	290 280	350 340	8 8	105	2780	72	23 10^{-6}	175	45	615–650
7108.50T6	EN AW-7108 [Al Zn5Mg1Zr]	T6	≤10	320	350	12	105	2780	72	23 10^{-6}	175	45	615–650

$Rp_{0,2}$ – Flytgräns **A_{50mm} – Förlängning (EN 755)** **R_m – Draghållfasthet**

*** motsvarar svensk standard SS EN 755-2**
**** Hydal har ingen egen beteckning men kan leverera i överensstämmelse med EN 755**

Förhållandet mellan några kända metoder för hårdhetstestning.



Korrosion



En av de principiella anledningarna till att välja aluminium som konstruktionsmaterial är den goda korrosionshärdigheten. Även om aluminium är en kemiskt mycket aktiv metall stabiliseras den genom att en nybildad aluminiumyta praktiskt taget omedelbart överdras med ett skyddande oxidskikt genom metallens reaktion med syre.

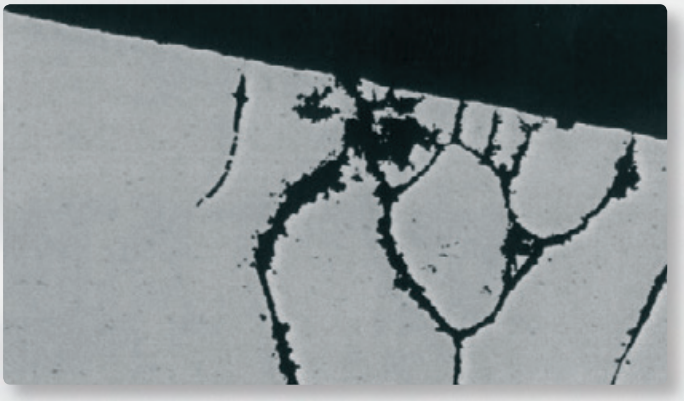
Oxidskiktet är mycket tunt, 0.02 µm, och mycket hårt. Om oxidskiktet skadas mekaniskt återbildas skiktet omedelbart. Oxidfilmen är generellt stabil i vattenlösningar med pH-värden mellan 4.5 – 8.5. Om pH-värdet överstiger dessa gränser eller miljön är klorhaltig bör man vidta speciella åtgärder. De mest vanliga korrosionstyperna är:

Generell korrosion

Korrosionen sker jämnt över hela ytan. Denna korrosionsform förekommer huvudsakligen i mycket alkaliska eller sura miljöer där risken för upplösning av oxidfilmen är stor.

Gropfrätning

Gropkorrosion är den mest vanliga korrosionstypen och karaktäriseras av lokala diskontinuiteter i oxidskiktet d v s lokalt reducerad skikttjocklek, sprickor, lokala koncentrationer av föroreningar/legeringselement etc. Aluminium är känsligt för gropfrätning vid närvaro av kloridjoner (t ex havsvatten). Gropar bildas på svaga ställen i oxidskiktet t ex på ställen med mekaniska skador. Korrosionsangreppen är oftast mycket små och påverkar inte hållfastheten utan får mer ses som ett estetiskt problem. Gropfrätning motverkas genom riktigt val av legering och ytbehandling. Anodisering, lackering, beläggning med ett anodiskt skikt (Zn), katodiskt skydd med offeranoder, pålagd ström eller bruk av inhibitorer, är alla metoder som kan användas för att begränsa eller förhindra gropfrätning. Regelbunden rengöring rekommenderas liksom profilutformning för att undvika ansamling av stillastående vatten samt ventilation av täta konstruktioner.



Korngränskorrosion

Denna korrosionstyp är en selektiv korrosion runt kornen (korngränserna) och i anslutande zoner utan några större angrepp på själva kornen. Orsaken till korngränskorrosion är en skillnad i korrosionspotentialen mellan korngränserna och själva kornen. På grund av liten korrosionsprodukt blir sådan interkristallinsk korrosion svår att upptäcka visuellt och ännu svårare vid användning av viktminskningsmätningar.

De mekaniska egenskaperna påverkas negativt om denna korrosionsform får utvecklas.

Legeringar i 6000-serien är vanligtvis motståndskraftiga mot interkristallinsk korrosion men är avhängig av den kemiska sammansättningen. Rekristallerad struktur tillsammans med högt innehåll av Si eller Cu kan ge korrosion av denna typ.

Tillsats av Mn/Cr motverkar rekristallisation. Interkristallinsk korrosion i legeringar ur 7000-serien kan kopplas till MgZn-utfällningar som är starkt anodiska i förhållande till aluminium. Åtgärder mot interkristallinsk korrosion är bl a val av riktig legering samt de åtgärder som anges under ”gropfrätning”.

Spaltkorrosion

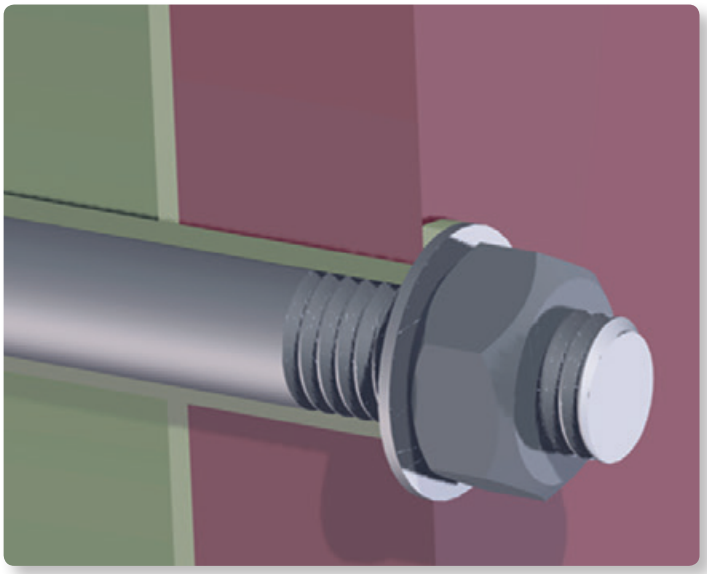
Spaltkorrosion kan uppträda i trånga vätskefyllda spalter. Fog- eller tätningsmassa före sammanfogning kan förhindra inträngning av fukt. Med rätt profildesign kan risken för spaltkorrosion minimeras.

En variant av spaltkorrosion är vattenfläckar eller fläckvis missfärgning som beror på vatten/fuktighet som blir stående mellan profiler som ligger tätt staplade. Detta är en mycket vanlig korrosionsform som kan resultera i allt från regnbågemönster, vita, grå till brunsvarta fläckar – allt beroende på aktuella förhållanden. Vattenfläckar avlägsnas normalt genom slipning eller lackering. Obehandlade profiler bör aldrig lagras utomhus (även om plastöverdrag används pga risk för kondens). Lagring bör ske i lokal med relativ fuktighet på max 45% och en temperaturskillnad på max +/-5°C. Vid transport från kallt till varmt område bör temperaturen sänkas gradvis för att undvika kondens.



Galvanisk korrosion

När två metaller kommer i kontakt med varandra i närvaro av en korrosiv vätska/elektrolyt (t ex havsvatten) ökar korrosionen på det minst ädla materialet (anoden) och avtar på den ädlaste (katoden). Ökningen i korrosion kallas galvanisk korrosion. Eftersom aluminium är mindre ädelt än de flesta konstruktionsmaterial, med undantag av zink, kadmium och magnesium, kan galvanisk korrosion vara ett allvarligt problem för aluminium såvida man inte tar hänsyn till detta. Oxidskiktets skyddande effekt kan förstöras vid kontakt med en ädlare metall. Detta kan vara speciellt allvarligt i miljöer med höga kloridkoncentrationer.



Galvanisk korrosion kan undgås eller minimeras genom följande åtgärder: Om möjligt undvika användning av material som ligger långt från aluminium i den galvaniska spänningskedjan i den aktuella miljön (rostfritt stål undantaget).

Om detta inte är praktiskt genomförbart måste materialen isoleras elektriskt från varandra. Det är mycket viktigt att isoleringsmaterial med tillräckligt elektriskt motstånd användes och att metallisk kontakt undviks i hela konstruktionen.

Detta kan kontrolleras genom en motståndsmätning (multimeter). Aluminium kan skyddas med hjälp av s k offeranoder. Det ädlaste materialet kan ytbehandlas t ex med metallisk beläggning (Al/Zn), organisk beläggning (lack, plast, gummi) eller specialbeläggning för skruvar och bultar. Ytbehandlingen måste göras korrekt d v s aldrig behandling av bara det minst ädla materialet. I ett sådant fall kan en skada i ytbehandlingen resultera i mycket ogynnsamt katod/anod – ytförhållande (en stor katod i förhållande till en liten skapar betydande korrosion).

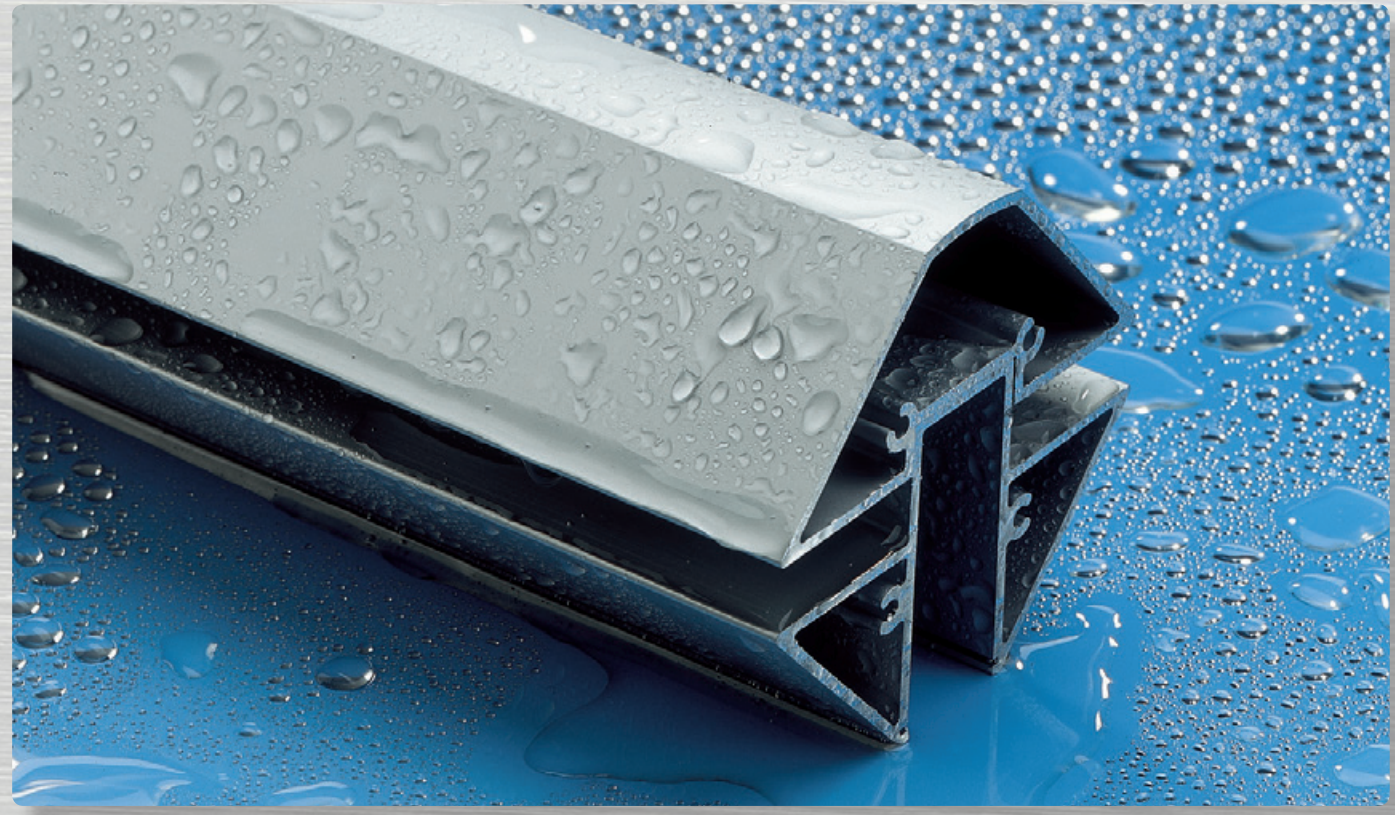
Galvanisk korrosion i samband med spaltkorrosion kan leda till koncentrerade angrepp. Det är därför viktigt att undvika att vätska blir stående i spalter mellan material av olika ädelhet. Undvik dropp från ädla material t ex från kopparrör. Upplöst koppar kan fällas ut på aluminiumytan och ge kraftig lokal korrosion.

Filiformkorrosion (FFC)

FFC sker på passiverande ytor som exempelvis kromaterade och lackerade material. Angreppet har trådformad karaktär och sker mellan aluminium och t ex en lack d v s i den övre delen av aluminiumytan. FFC startar vanligtvis i skador t ex i gerkapsnitt i det organiska skiktet (t ex pulverlack) och följer bestämda riktningar, t ex pressningsriktningen. Genom att avlägsna en del av ytan elimineras/minimeras FFC. En rekommendation är att avlägsna min 2g/m^2 genom kemisk etsning (betning) efterföljt av en väl utförd konversionsbeläggning (kromatering) och lackering. Detta ger profiler i legering 6060/6063 bra FFC-motstånd.



Korrosionshärdighet i olika miljöer



Atmosfären
I ren lantatmosfär är korrosionen endast obetydlig. Även i svaveldioxidhaltig luft är aluminium mycket korrosionshärdigt men kan under vissa betingelser mörkna eller mattas något i färgen.

Vatten
I stillastående vatten kan punktfrätning förekomma. Vattensammansättningen har här betydelse och närvaro av kopparjoner, kalcium, klorid- och bikarbonatjoner ökar risken betydligt. Detta motverkas dock genom regelbunden rengöring och torkning. Aluminium är härigenom mycket lämpligt att använda till exempelvis kastruller.

Havsvatten
I havsvatten har legeringar innehållande kisel, magnesium och mangan gott korrosionsmotstånd medan kopparhaltiga legeringar så långt som möjligt bör undvikas.

Jord
Korrosionshärdigheten i jord är i hög grad avhängig av jordens fuktighet och pH-värde. Aluminiumytor i kontakt med jord kan med fördel behandlas med ett tjockt lager asfalt.

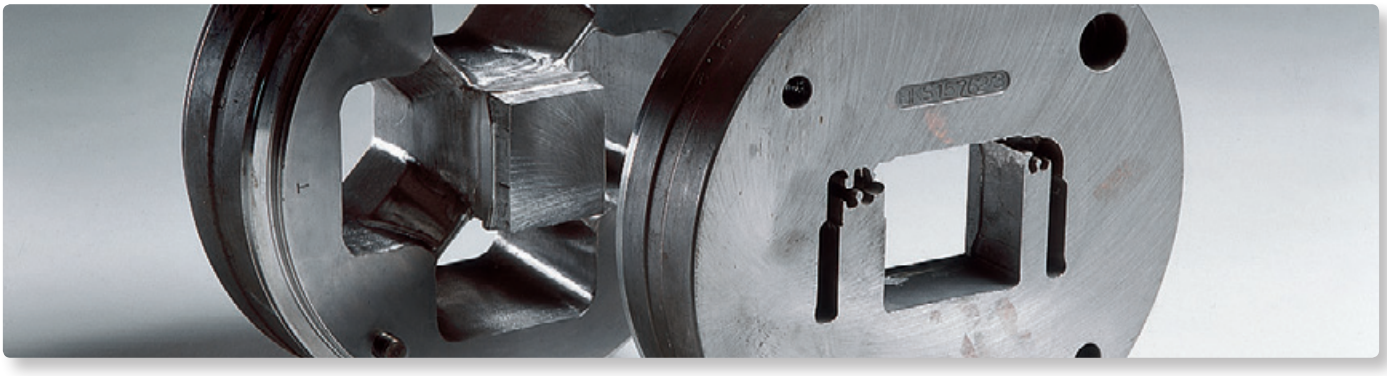
Syror
De flesta oorganiska syror är mycket korrosiva mot aluminium – dock inte salpetersyra. Hög temperatur, hög syrakoncentration och låg renhet hos aluminium ökar korrosionshastigheten betydligt.

Baser
Starka baser är mycket korrosiva. Natriumhydroxid reagerar våldsamt med aluminium. I miljöer med pH-värden mellan 9 och 11 kan korrosionshastigheten reduceras med hjälp av silikater. Våt cement har högt pH-värde och är därför korrosiv mot aluminiumlegeringar.

Organiska föreningar
Aluminium är mycket resistent mot de flesta organiska föreningar. Tillsammans med vissa vattenfria vätskor kan dock korrosion uppstå.

Andra material
I praktiken är korrosionsproblemen vid kontakt med andra material oftast små. Det naturliga oxidskiktet ger ett gott skydd.

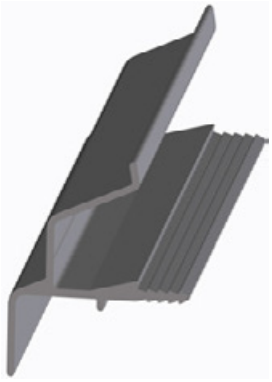
Profiltyper

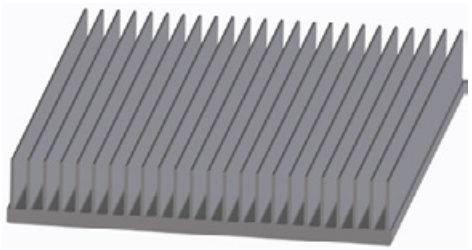


Man skiljer mellan 2 typer av profiler;

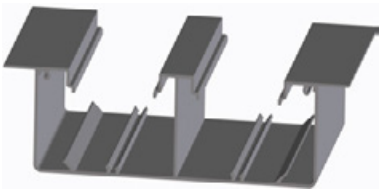
- Massiva profiler
- Hålprofiler

Massiv profil

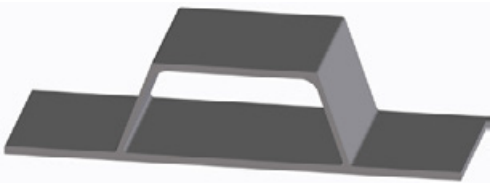


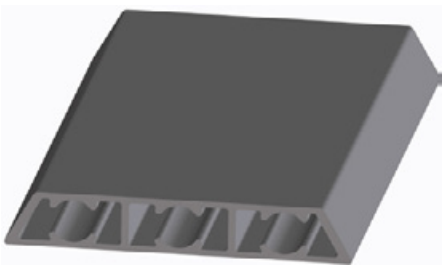


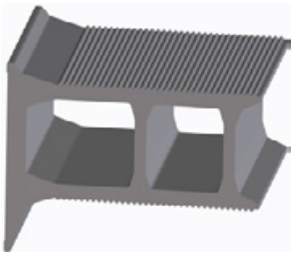


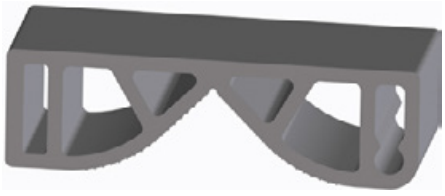


Hålprofil









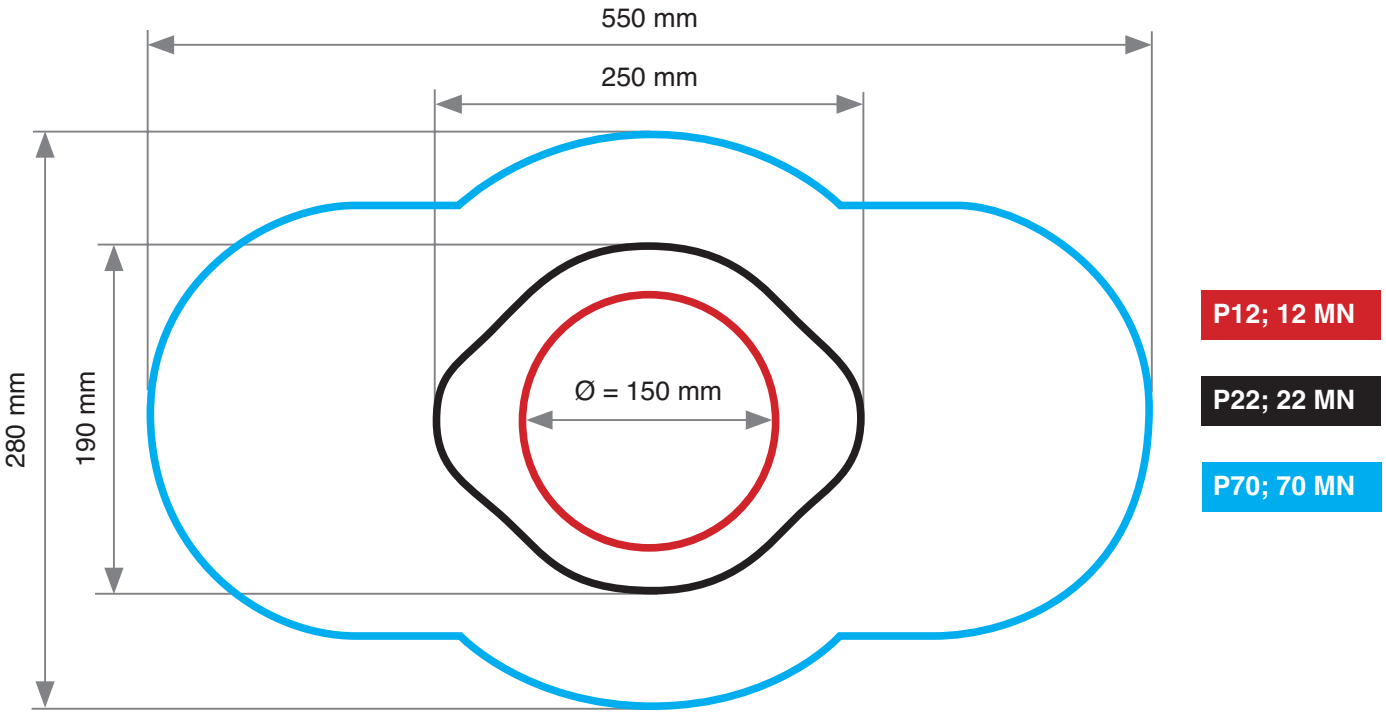
Profildimensioner



Omskrivna cirkelns diameter (OCD) är ett mått på profilens storlek och därmed avgörande för val av godstjocklek, toleranser och pris. Nedan anges med utgångspunkt från OCD inom vilka måttgränser Hydal har möjlighet att leverera strängpressade aluminiumprofiler.

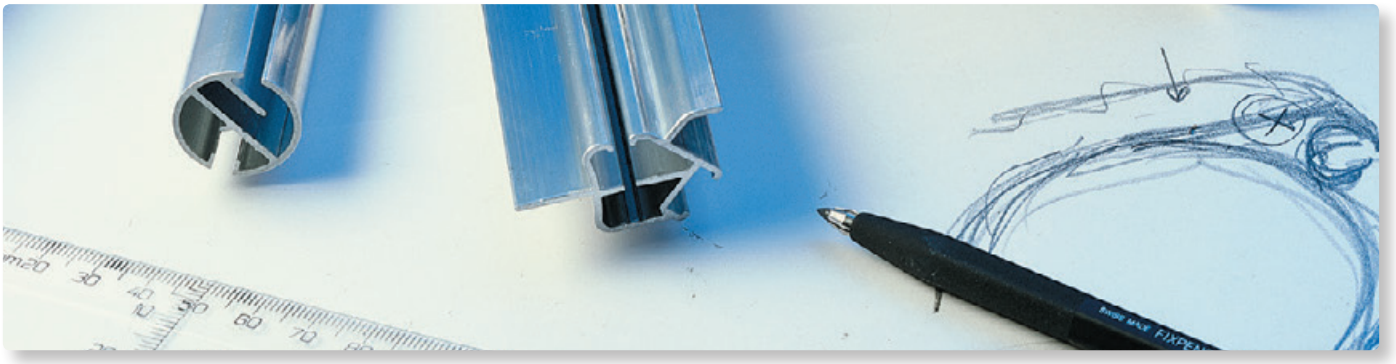
Diagrammet visar maxdimensioner på profiler som kan pressas på våra tre profilpressar på 1.200, 2.200 och 7.000 ton.

Hydal pressar profiler från min vikt 80 g/m till max ca 30 kg/m.



Den maximala storleken kan variera beroende på legering, materialtjocklek, komplexitet och toleranser.
Vänligen kontakta oss vid behov för att definiera gränsvärden.

Design & Konstruktion



Att använda aluminiumprofiler som konstruktionsmaterial ger dig som arbetar med utveckling och förbättring av såväl gamla som nya produkter nästan obegränsade designmöjligheter. Men för att få en optimal slutprodukt är det ofta både önskvärt och nödvändigt att följa några få generella principer. Detta för att uppnå bättre funktion, styrka och stabilitet och för att öka profilens pressbarhet med lägre produktionskostnad och förbättrad totalekonomi som resultat.

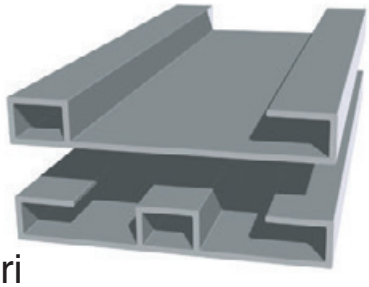
På de följande sidorna presenterar vi information till hjälp i ditt konstruktionsarbete.

Välkommen att kontakta oss för ytterligare upplysningar!



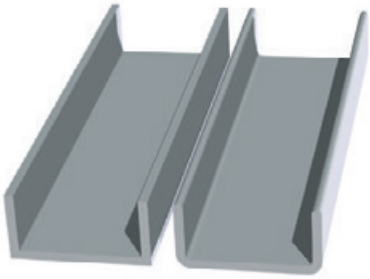
Jämntjockt gods

En jämn godstjocklek reducerar belastningen på verktyget och minimerar därför risken för förstörda verktyg. Kombinationer av stor och liten godstjocklek i samma profil bör också undvikas för att inte strukturskillnader i ytan skall uppstå som framträder efter anodisering. Kravet på jämntjockt gods kan oftast uppnås genom att ändra formen på profilen och placera godset där det verkligen behövs.



Symmetri

Vid symmetrisk profilutformning uppnås ett balanserat flöde av material genom verktyget samtidigt som belastningen på verktyget blir jämnt fördelad. Profilen får bättre formnoggrannhet samtidigt som risken för verktygsbrott reduceras betydligt.



Mjuka former

Som huvudregel bör alla hörn avrundas. Normala radier är 0.4 till 1 mm. Vad som är minsta möjliga radie är beroende av legering.

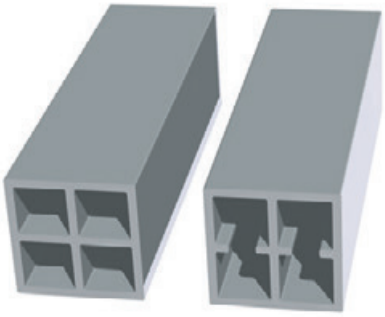


Omskrivna cirkelns diameter

Försök alltid att minska profilens omskrivna cirkel. Förutom att profilen blir mer lättpressad uppnås också lägre produktions- och verktygskostnader.

Underlätta och förenkla!

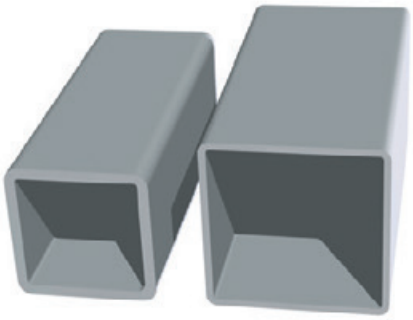
En förändring som inte har någon betydelse för profilens funktion eller utseende men som underlättar och förenklar produktionen betyder lägre produktionskostnad och förbättrad total-ekonomi. Här nedan ger vi några exempel.



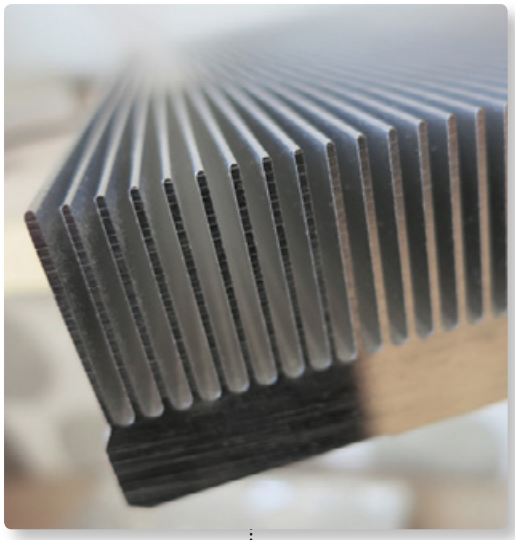
Färre hålrum ger bättre ekonomi.

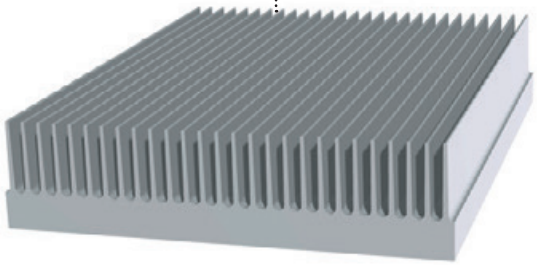


Övergång till hålprofil ger bättre dimensionskontroll.



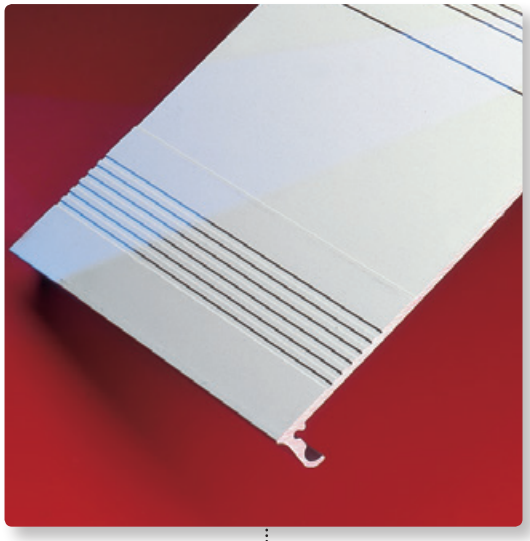
Ökad storlek kan ge reducerad vikt och ökad styrka.

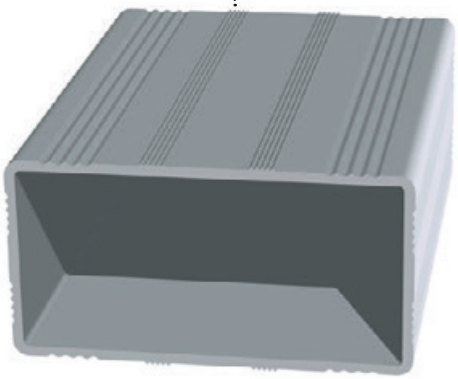




Kylelement

Genom utformning av kylflänsar ökar man profilens yta och värmeavledningsförmåga.

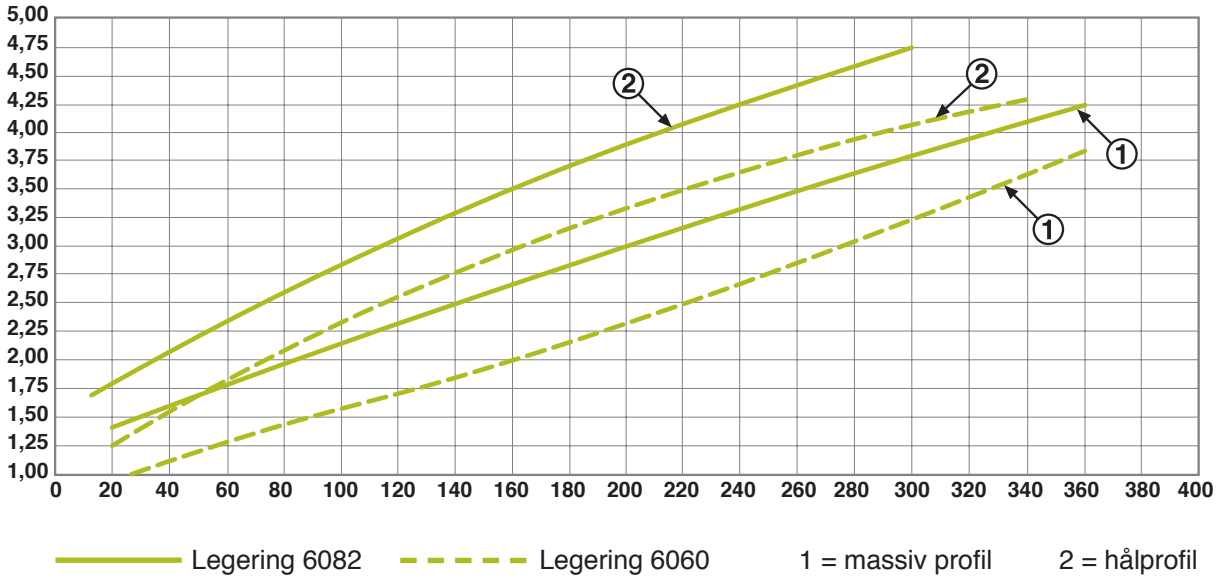




Dekorlinjer

Dekorlinjer i profilen kan dölja ojämnheter i ytan samt skydda mot skador vid hantering och bearbetning.

Minsta godstjocklek



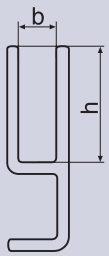
Rekommenderad minsta godstjocklek (mm) i relation till omskrivna cirkelns diameter.

Gapdjup – gapmått



Maximalt förhållande mellan gapdjup (h) och gapmått (b) hos massiva profiler

Gapmått b	Förhållande h:b
-1	1,0
1-2	2,0
2-3	2,5
3-4	3,0
4-5	3,5
5-15	4,0
15-30	3,5
30-50	3,0
50-80	2,5
80-120	2,0
120-	1,5



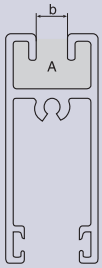
Rekommenderat förhållande mellan gapdjup (h) och gapmått (b) hos massiva profiler

Yta – gapmått



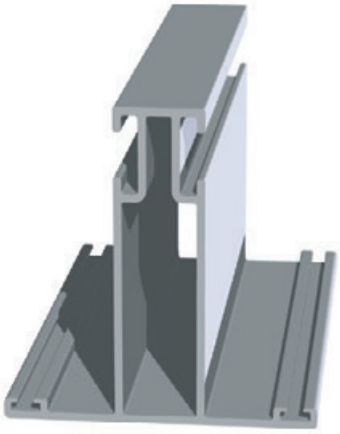
Maximalt förhållande yta-gapmått

Gapmått b	Ytförhållande A:b2
2-3	2,0
3-5	3,0
5-50	3,5
50-80	3,0
80-120	2,0
120-	1,5



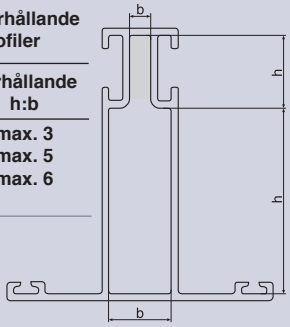
Rekommenderat förhållande yta – gapmått

Höjd – bredd



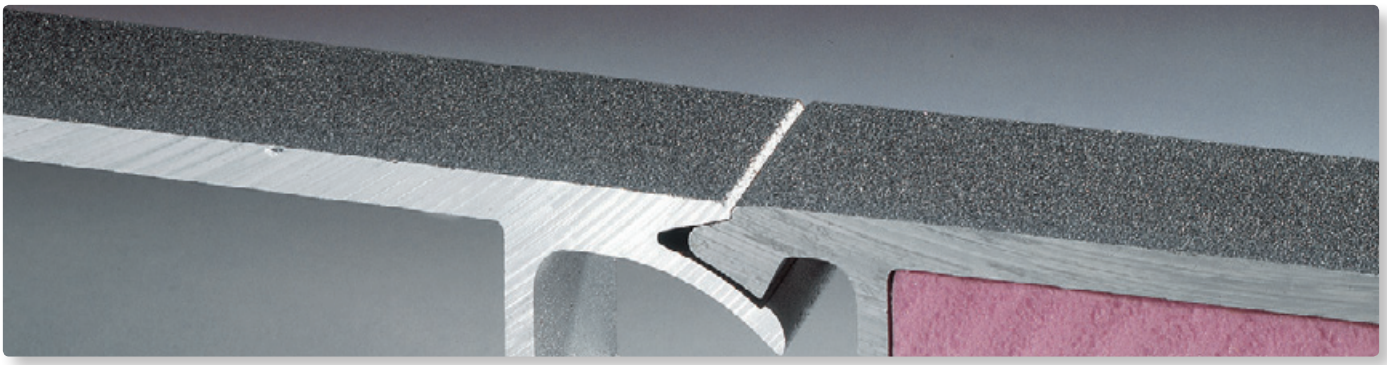
Höjd-breddförhållande för hålprofiler

Bredd b	Förhållande h:b
6-10	max. 3
10-20	max. 5
20-30	max. 6
30-	



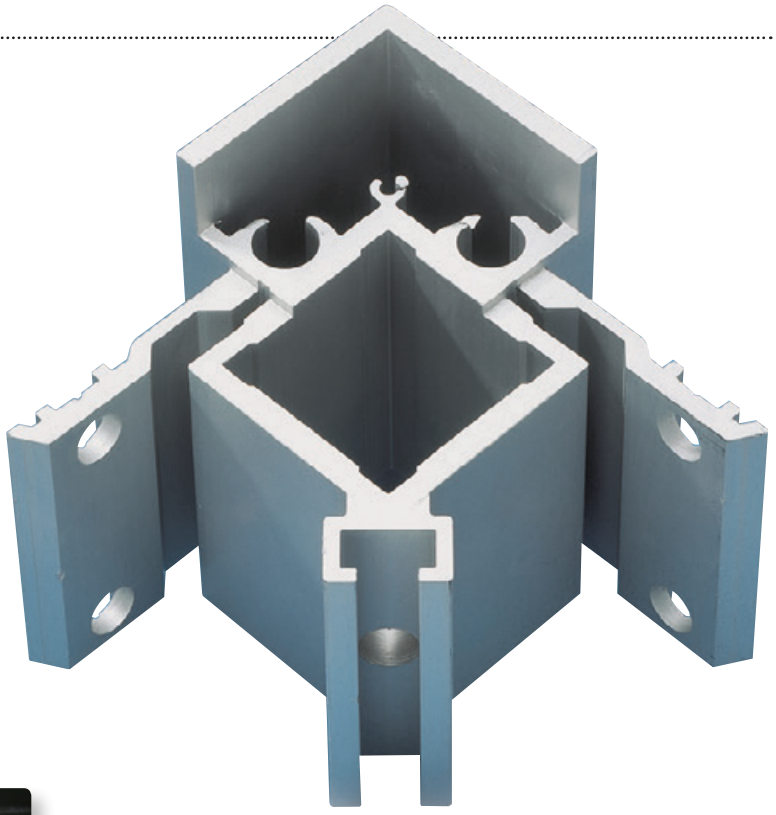
Höjd – breddförhållande för hålprofiler

Fogning



Genom att använda profilteknikens möjligheter till kreativ design kan man skapa förutsättningar för starka, stabila, snabba och effektiva fogningslösningar. För fogning profil med profil eller för fogning av profil med andra material.

Det finns många fördelar att vinna genom att foga samman flera mindre profiler till en större enhet än genom att redan från början välja en större och mer komplicerad profil. Man uppnår lättare hantering. Pressning, ytbehandling och en stor del av bearbetningen kan ske mer rationellt. Mindre profiler kan produceras med mindre godstjocklek, bättre måttnoggrannhet och i många fall med lägre verktygskostnader. Genom de följande exemplen, som visar en rad olika fogningsmetoder, hoppas vi att profilkonstruktören får inspiration till bättre lösningar.





Skruvfickor

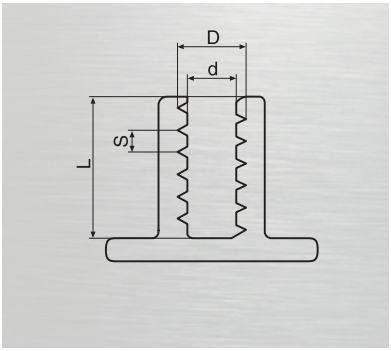
Med tanke på hörnförband, montering av täcklock mm kan aluminiumprofiler konstrueras och strängpressas med skruvfickor för självgängande skruv, plåtskruv eller med kanaler för skruv/bultskallar. Materialåtgången på grund av skruvfickan blir obetydlig men kostnaden blir betydligt lägre jämfört med att på konventionellt sätt borra och gänga skruvhål. Skruvfickor för maskinskruv kan naturligtvis gängas på normalt sätt.

Längsgående skruvficka

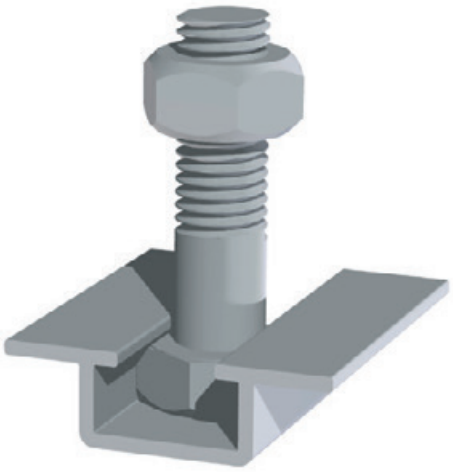


Skruv nr	Gäng-diameter D	Kärn-diameter d	Gäng-stigning S	Längd L
2	2,2	1,6	0,79	5
4	2,9	2,0	1,06	6
6	3,5	2,6	1,27	7
7	3,9	2,9	1,34	9
8	4,3(4,2)	3,1	1,69(1,41)	9
10	4,9(4,8)	3,4(3,6)	2,12(1,59)	13
12	5,6(5,5)	4,1(4,2)	2,31(1,81)	16
14	6,5(6,3)	4,7(4,9)	2,54(1,81)	16
5/16”	8,0	6,2	2,12	
3/8”	9,6	7,8	2,12	

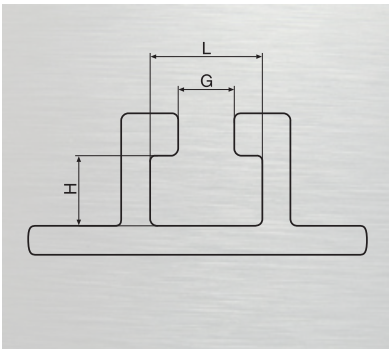
( ) skruvar med fin gängning



Kanaldimensioner för skruvskallar/muttrar



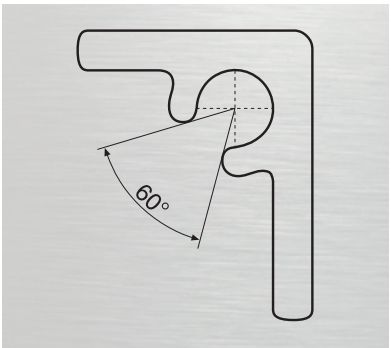
Skruv	Längd L	Höjd H	Gap-mått G
M4	7,4	4,0	4,5
M5	8,4	4,5	5,5
M6	10,5	5,0	6,5
M7	11,5	6,0	7,5
M8	13,5	7,0	8,5
M10	17,5	8,5	11,0
M12	19,5	9,5	13,0
M14	22,6	10,5	15,0
M16	24,6	11,5	17,0
1/4”	11,8	5,0	7,0
5/16”	13,2	6,0	8,5
3/8”	15,0	7,0	10,2
7/16”	16,5	8,0	12,0
1/2”	19,7	9,5	13,5
9/16”	21,3	10,5	15,2
5/8”	24,5	11,5	17,0



Håldiameter för självgängande skruv



Skruv nr	Hål-diameter	Gäng-diameter	Tolerans (±)
2	1,8	2,2	0,15
4	2,5	2,9	0,15
6	3,0	3,5	0,15
7	3,5	3,9	0,15
8	3,8	4,2	0,15
10	4,3	4,8	0,15
12	4,8	5,5	0,15
14	5,5	6,3	0,15
5/16	7,0	8,0	0,15
3/8	8,5	9,6	0,15



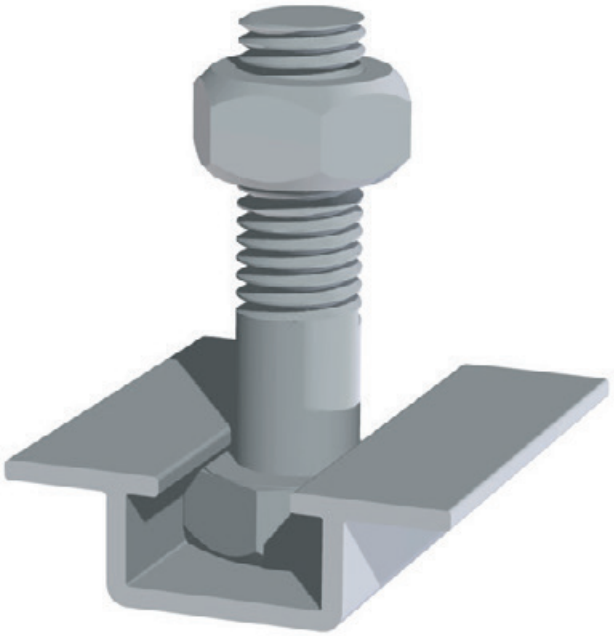
Skruv-/Bultförband

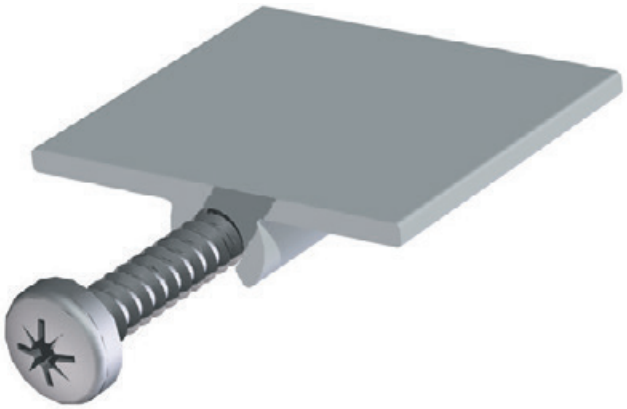
Om man lätt vill kunna demontera en fog är skruvförband med bricka och mutter ett bra alternativ. Normalt används förzinkade skruvar eller skruvar av rostfritt stål. Målning eller beläggning av anläggningsytorna med kan vara ett bra sätt att förhindra korrosion.

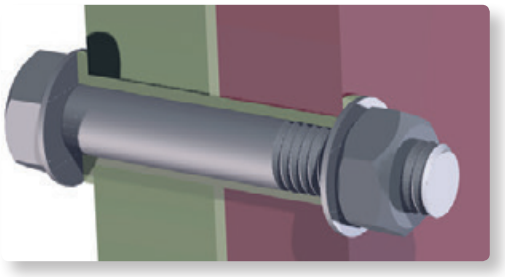
Ett korrekt utfört hörnförband uppnås genom att hålen borras och brotschas samt genom användning av skruv med snäva toleranser. I enkla förband kan diameterskillnaden mellan skruv och hål vara upp till 1 mm och brotschning av kanterna ej nödvändig men då måste såväl tillåtet hålkanttryck som tillåten skjuvspänning reduceras.

I belastade skruvförband måste hålen brotschas och diameterskillnaden mellan hål och skruv får vara max 0.15 mm. Om varmförzinkad skruv används bör diameterskillnaden ligga på ca 0.3 mm räknat på skruvens diameter före galvanisering. Skruvens längd bör vara så vald att den cylindriska ogängade delen når genom hela det brotschade hålet.

I starkt korrosiv miljö bör stålskruven isoleras från aluminiumkonstruktionen. De vanligaste isoleringsmaterialen är neopren och nylon. När neopren väljs skall detta vara av en typ som inte innehåller kol som tillsatsmaterial.







Tabellen anger vilka åtgärder mot korrosion som bör användas när skruvar och bultar av rostfritt och varmgalvaniserat stål användes i aluminiumkonstruktioner i olika miljöer.

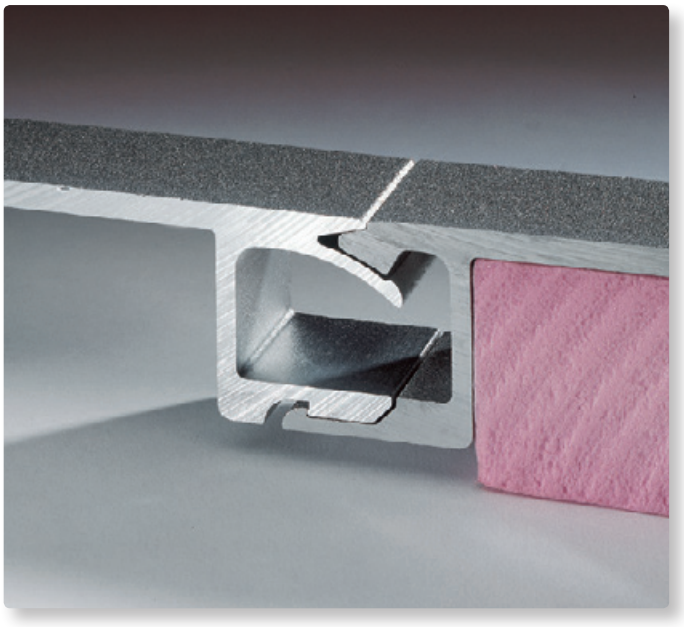
	Rostfritt stål		Varmgalvaniserat stål	
Miljö	**Isolering nödvändig**	**Alternativa åtgärder**	**Isolering nödvändig**	**Alternativa åtgärder**
Nedsänkt i havsvatten	Nej [1]	Måla spaltytor Tätningsmedel Katodiskt skydd	Nej [1] [2]	Katodiskt skydd
Nedsänkt i mjukt sötvatten	Nej [1]	Mellanlägg	Nej [1] [2]	Mellanlägg
Nedsänkt i hårt sötvatten	Nej	Måla spaltytor Tätningsmedel Mellanlägg	Nej [2]	Mellanlägg (Isolering)
Lantatmosfär	Nej	Inga	Nej	Inga
Moderat marin miljö	Nej [1]	Måla spaltytor Tätningsmedel Mellanlägg	Nej [1] [2]	Mellanlägg (Isolering)
Aggressiv marin miljö	Ja	Måla spaltytor Tätningsmedel Mellanlägg	Ja [2]	Mellanlägg

[1] Utan isolering måste en eller flera av de alternativa korrosionshindrande åtgärderna användas.
[2] Zinkbeläggning har en begränsad livstid även om isolering användes.

Snäppfogar

Aluminiums elasticitet tillåter s k snäppfogar. Sammanfogning av två profiler genom snäppfogning är en effektiv metod med många fördelar. Den största fördelen är att förbandet snabbt kan delas och skapa åtkomlighet för innanliggande konstruktioner.

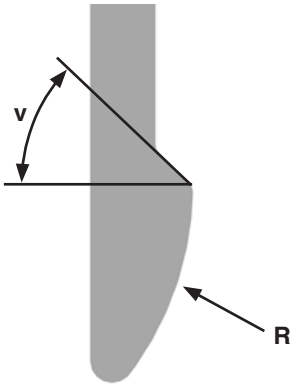
Konstruerad på rätt sätt är denna fogningsteknik idealisk för många användningsområden. Flera profiler kan exempelvis snäppas samman och bilda ett helt väggparti. Profiler som inte kan pressas i ett stycke kan pressas som två profiler och sedan snäppas samman. Vid utformningen av snäppfunktionen bör man dock ta hänsyn till risken för permanenta formförändringar genom vilket materialet kan mista sina fjädrande egenskaper. Detta gäller särskilt vid ofta återkommande sammanfogning och demontering. I sådana fall bör plastclips, stålfjäder eller liknande användas för själva fjädringsfunktionen.



Snäppben konstrueras med en radie för att minska friktionen mellan profilerna och underlätta snäppningen.

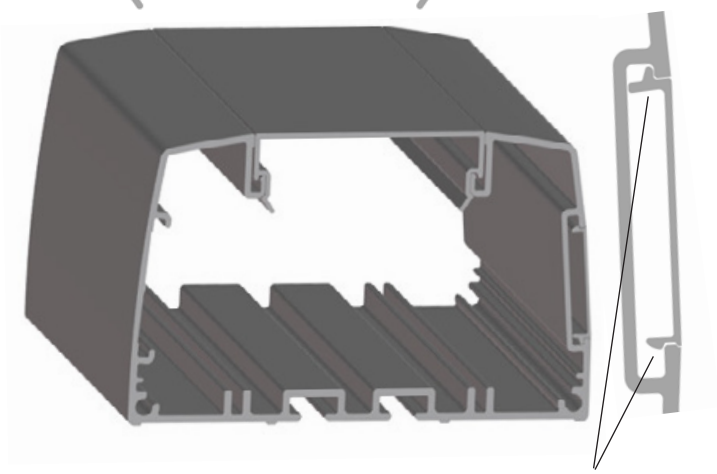
Snäppben som ska kunna öppnas konstrueras med en släppvinkel, v. Lämplig vinkel är mellan 45-60°.

Permanenta snäpplösningar som inte ska kunna öppnas konstrueras med vinkel 0° eller med negativ lutning.

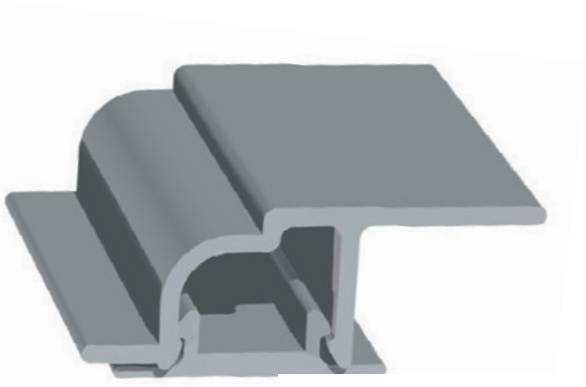


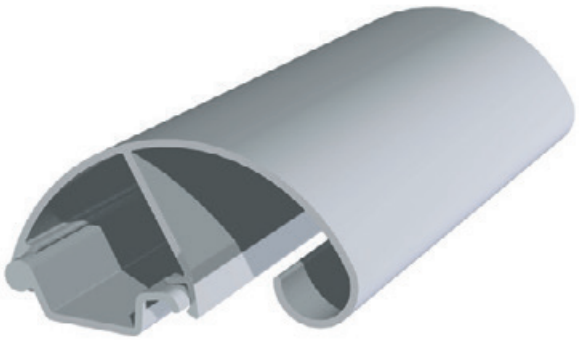
För snäppfog som skall sitta hårt och där man kommer åt att trycka fast den ordentligt, kan snäpphöjden konstrueras enligt detta exempel. Generellt bör inte snäppbenen vara kortare än 15 mm.



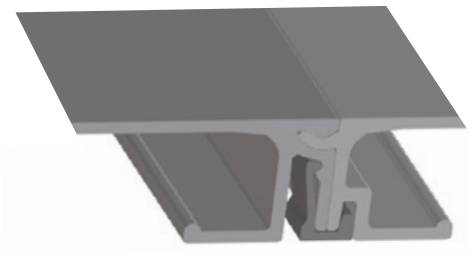


Snäpplösningar konstrueras lämpligast med en krok eller ett mothåll på ena sidan och ett snäppben på andra sidan.

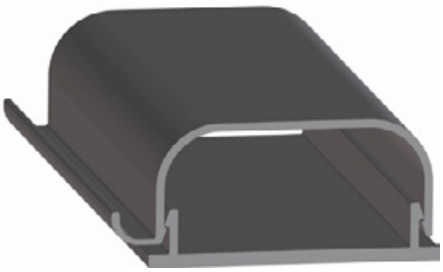








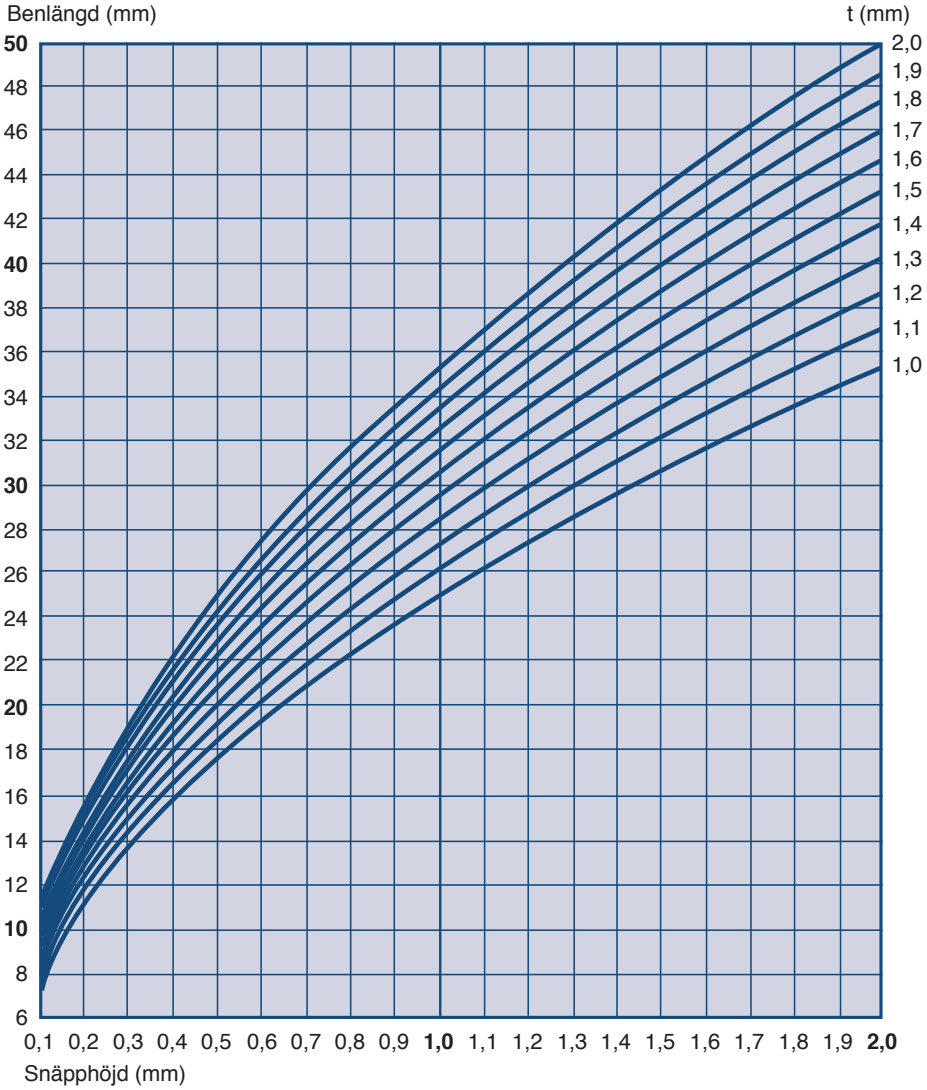
Där en profil ska passa med sig själv kan en snäpprofil användas för att foga samman de båda. Den kapas i passande, kortare längder.

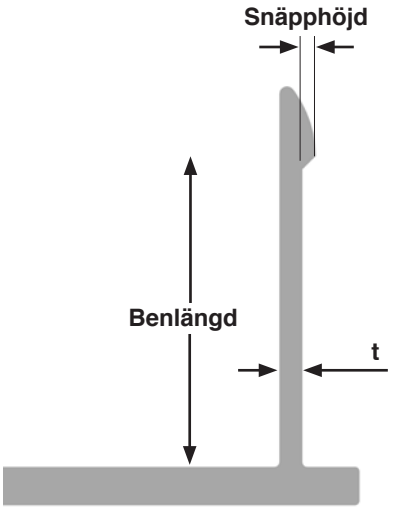


För snäppfogar som skall kunna öppnas utformas profilen med fläns för att kunna öppnas med finger, skruvmejsel eller dylikt.

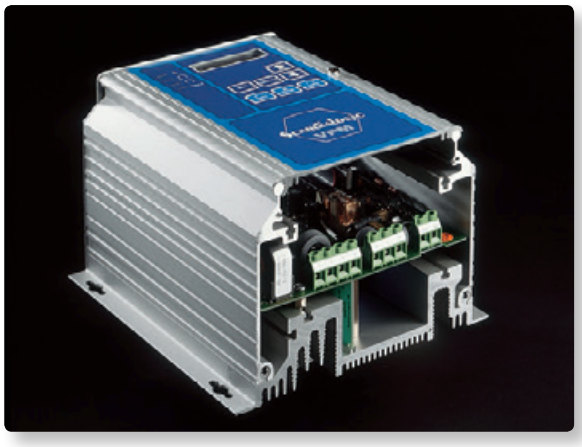
Utformning snäppben

Nedan visas riktvärden vid utformning av snäppben med avseende på benlängd, snäpphöjd och tjocklek (t).





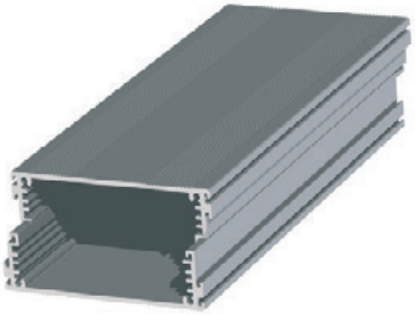
Profil i Profil

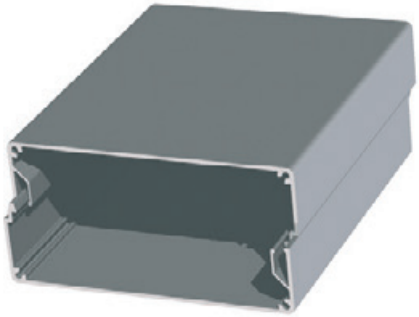


Vid sammanfogning ”profil i profil” skjuts profilerna ihop i längdled i särskilt utformade spår, alternativt snäpps ihop. Låsning kan utföras genom exempelvis deformation, skruv eller cylinderstift.

Apparatlådor konstrueras ofta genom en utformning som medger att en och samma profil kapas, den ena hälften vänds och sammanfogas med den första hälften. Låsning sker genom montering av täcklock. Tekniken medger lättare montering av elektroniska komponenter samtidigt som verktygskostnaderna blir lägre då en komplicerad och förhållandevis dyr hålprofil ersätts av en massiv aluminiumprofil.

Denna profil är lättare att pressa och därmed billigare att producera.





Ledfunktion – gångjärn

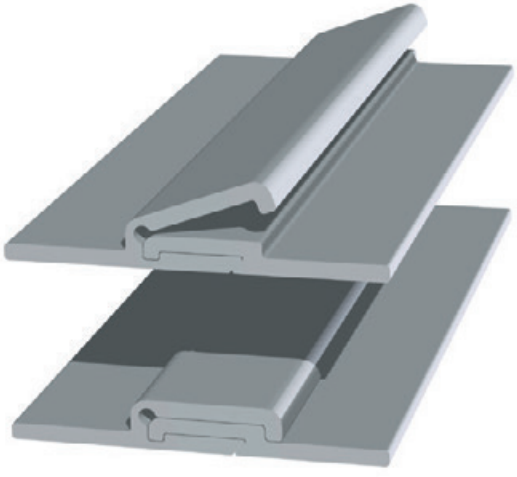
Aluminiumprofiler öppnar många möjligheter att konstruera integrerade led- och gångjärnsfunktioner. Vid riktig utformning kan lederna ges en rörlighet på 90° utan någon annan form av bearbetning. Förse gärna profilerna med skruvfickor för montering och anslutning till andra detaljer.





Valsning

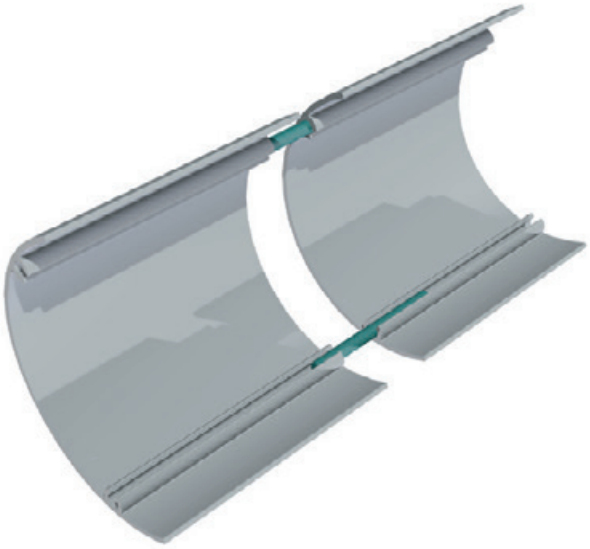
Önskas en permanent fogning mellan två profiler eller mellan aluminiumprofil och annat material kan valsning vara en bra lösning. Här utnyttjas då aluminiums goda egenskaper fullt ut samtidigt som man har möjlighet att optimera utformningen av aluminiumprofilen. Långa smala gap i profilen som normalt inte går att strängpressa kan produceras genom att öppna gapet och senare valsa samman detta till önskat mått.



Skarvning

Längdskarvning kan ske genom användande av styrpinnar alt genom skruvning.





Sammansatta profiler

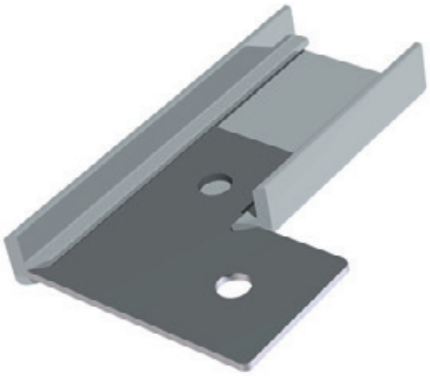
Det kan ofta vara en ekonomisk fördel att dela en stor profil i flera mindre. Aluminiumprofiler kan också konstrueras så att de tillsammans skapar en större konstruktion med tillräcklig styrka att klara även mycket stora belastningar.



Hörnförband



Enkel sammanfogning av två profiler som skruvas, nitas eller limmas.



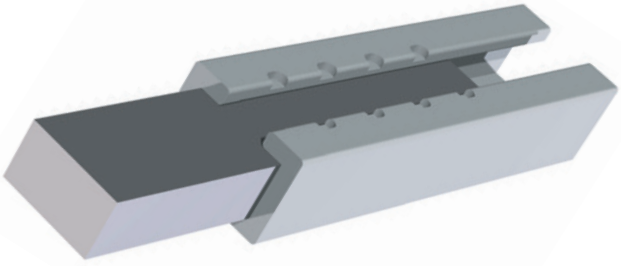
Hörnfogning med stålvinkel.



Fogning med hörnprofil.

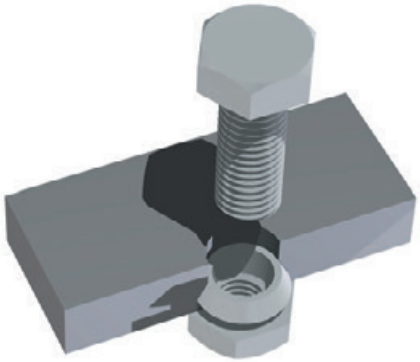
Stukning

Fogning genom stukning ger en hållbar och permanent fog.



Nitning

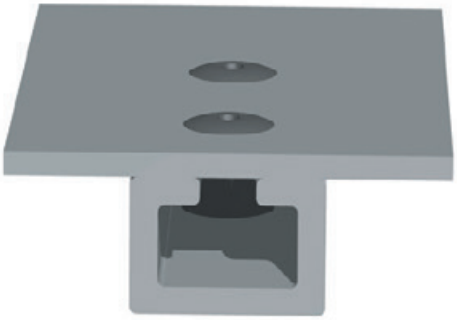
Fogning med blindnitmutter eller pressmutter kan användas där det är oekonomiskt att göra godsanhopning enbart för gängning alt för fog som återkommande skall fogas/demonteras.
Popnitning är en användbar metod för permanenta fogar.



Pressmutter.



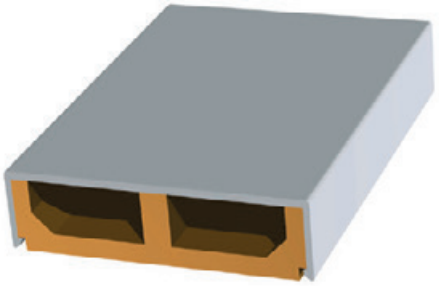
Blindnitmutter.

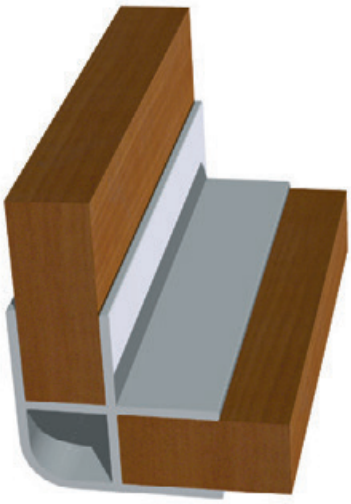


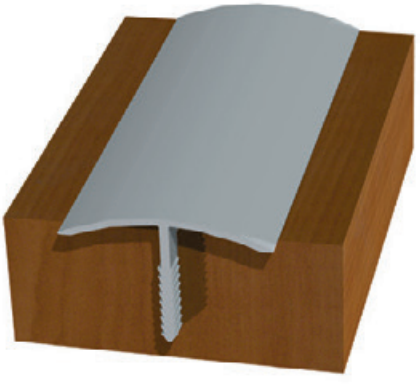
Popnitning.

Fogning med andra material

Vid fogning med andra material bör profilerna utformas med hänsyn tagen till det andra materialets egenskaper vad gäller bl a elasticitet, hållfasthet och för undvikande av korrosion mm. Genom smarta profillösningar kan man nå hållbara och fungerande fogningslösningar mellan de flesta material.







Limning

Limning är ett viktigt komplement till de konventionella fogningsmetoderna. Aluminium är den i särklass mest limmade metallen. Limmade fogar i flygplan har förekommit sedan 1940-talet. Det finns många andra exempel på limning av aluminium och inom bilindustrin är limning idag en av de viktigaste fogmetoderna. Man kan välja mellan ett flertal olika lim, förbehandlings- och limningsmetoder. Det är inte alltid enkelt att välja rätt kombination och heller inte riskfritt att limma utan kunskap.

Avståndet mellan molekylerna i materialet som skall limmas och limmets molekyler får högst vara 0.5 nm (en halv miljondels mm) för att någon kraftöverföring skall kunna ske. För att uppnå denna närhet krävs att limmet har lägre ytspänning än materialet som skall limmas, annars vill limmet hellre forma sig till en droppe än flyta ut. Olika ytor har olika egenskaper. Förekomsten av föroreningar och oxider innebär att det förväntade kraftspelet mellan lim och aluminiummaterial inte kan uppstå. Fogytan skall vara känd, ren och reproducerbar för att ett fullgott och jämnt limningsresultat skall uppnås.



Limtyp:	Egenskaper:	Styrka:	Temperatur-område:	Kemikalie-beständighet:
Anaeroba lim	Härdar i kontakt med metall i syrefrånvaro. Längre härdningstid på aluminium än på stål. Maximal spaltöppning 0.6 mm. Används som tätningsmedel och låsmedel för skruvar.	17-30 MPa	-50 till 177°C	
Cyanoakrylater	S k ”Superlim”, snabbhärdande vid upptag av fuktighet. Kräver minst 40% relativ fuktighet för att härda. Maximal spaltöppning 0.25 mm.	12-16 MPa	-50 till 80°C	Lite känt. Variabel.
Modifierat akrylat (High performance)	1- eller 2-komponentlim som också kan härda snabbt vid rums-temperatur. God slag- och fläkhållfasthet.	25-35 MPa	-70 till 120°C	God vid tillräcklig förbehandling.
Epoxy	Det vanligaste limmet att använda i strukturella förbindelser, 1- eller 2-komponentlim. Kräver vanligtvis värmehärdning för att uppnå hög styrka. Tillsatsmaterial gör limmet starkare, mer flexibelt och ger en bättre fläkhållfasthet, men ger sämre högtemperaturegenskaper.	25-45 MPa	-55 till 200°C	God vid tillräcklig förbehandling.
Polyuretan	1- eller 2-komponentlim, snabbhärdande med god flexibilitet. Styrkan är beroende av tjockleken på limfogen. Limmet i sig själv är mycket vattenresistent, men vidhäftningen till alla ytor är inte lika god, något som kan ge dåliga långtidsegenskaper för limfogen. Detta problem kan lösas genom att använda en primer. Limmet används inom bilindustrin bland annat för limning av metall och fiberglas.	17-25 MPa	-160 till 80°C	God vid tillräcklig förbehandling (primer).
Fenoler	Den första limtyp som användes på metaller. Kräver tryck (0.3-0.7 MPa) och värme (>150°C) vid härdning.	30 MPa	-50 till 176°C	
Polyimider	Kostbart, högtemperaturlim som är relativt komplicerat att hantera. Klarar över 300°C i flera hundra timmar. Egenskaperna bibehålles under kontinuerlig användning upp till 232°C och för korta temperaturhöjningar upp till 482°C. Gjutna polymiddelar och laminat har mycket god värmetålighet. Normal arbetstemperatur för sådana delar och laminat varierar från låga temperaturer till överstigande 260°C.	20 MPa		
Smältlim	Ger möjlighet till god produktivitet och därför mycket använt i industriell massproduktion av lågt belastade konstruktioner.			
Gummilim	Härdar vid avdunstning av ett lösningsmedel. Många olika typer och kvalitéer. Används huvudsakligen för att limma andra material (trä, gummi, plast, glas) vid aluminium. Används vanligen inte till strukturell limning.			
Silikonlim	Ett lim med relativt låg styrka, men med goda högtemperaturegenskaper och god flexibilitet.	3-6 MPa	+60 till 250°C	God vid användning av korrekt förbehand-ling och god kvalitet på limmet.
Tryckkänsligt lim	Används ofta i tape-form. Härdar ej och har därför relativt låg styrka. Används bland annat till att fästa dekorlister och liknande i aluminium på bilar och anodiserad eller lackerad ytterbeklädnad i aluminium på trailers eller husvagnar och bilar.			

Limtyper

För korrekt val av lim måste detaljerade upplysningar föreligga om:

- *Vilka material som ska limmas samt eventuell ytbehandling*
- *Miljö som limfogen skall utsättas för (inomhus, på landet, industriell, marin)*
- *Normal, max- och minimitemperaturer*
- *Belastning, belastningsfrekvens och belastningstyp*
- *Storlek och form på sammanfogningsområdet, företrädesvis med en teckning*
- *Produktionsbetingelser (seriestorlek, produktivitetskrav, möjlighet till värmehärdning)*
- *Eventuella andra krav på sammanfogningen (estetiska, lätt att demontera)*

Fördelar och begränsningar

En limsammanfogning har många goda egenskaper. För att kunna utnyttja dessa optimalt är det viktigt att tänka limning redan i designfasen.

Fördelar vid limning

- Olika material kan sammanfogas
  – galvanisk korrosion kan undvikas
- Sammanfogningen är bestående
- Starkare och styvare strukturer
- Ger en jämn fördelning av belastning på sammanfogningen och man undviker lokala belastningskoncentrationer
- Lim förseglar och sammanfogar i en process, spaltkorrosion kan undvikas
- Låga kostnader för efterbearbetning
- Goda utmattningsegenskaper
- Vibrationsdämpning
- Reducerad vikt och antal delar

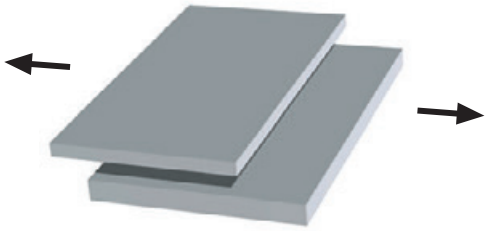
Begränsningar vid limning

- Hanterbarhet direkt efter limning är dålig
- Höga temperaturer leder till minskad styrka
- En limmad konstruktion kan vara svår att demontera för reparation och service
- Behov av förbehandling av ytan före limning
  – nödvändigt för strukturell limning och tillfredsställande kvalitet i korrosiv miljö
  – man måste säkra att limmet fuktar ytan
- Hälso-, miljö- och säkerhetsaspekter

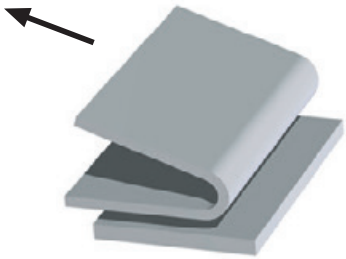
Fogutformning

Det är viktigt att veta vilka olika typer av belastningar en sammanfogning kan vara utsatt för. Vid utformning av en limfog är det nödvändigt att:

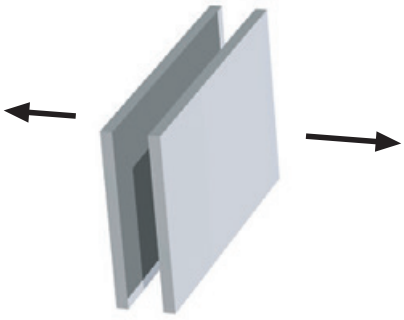
- Maximera dragning, skjuvning och kompression
- Minimera fläkning och klyvning
- Maximera ytan som lasten fördelas på



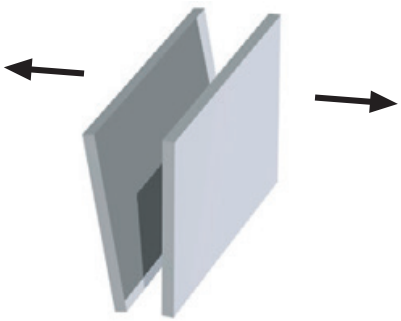
Skjuvning



Fläkning



Dragning/Kompression

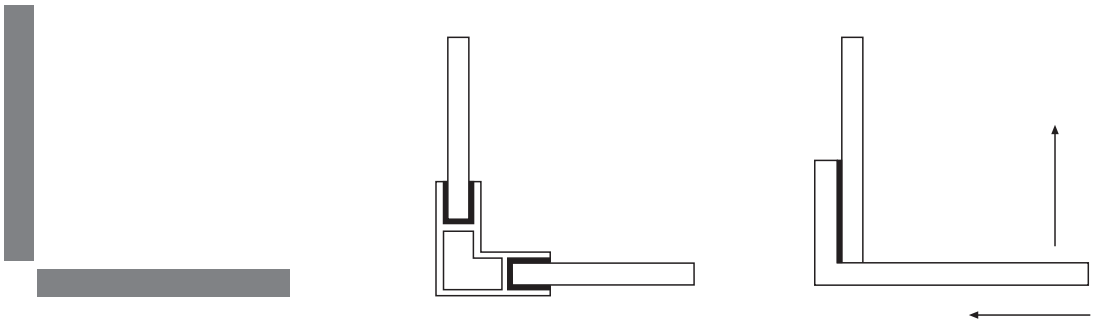


Klyvning

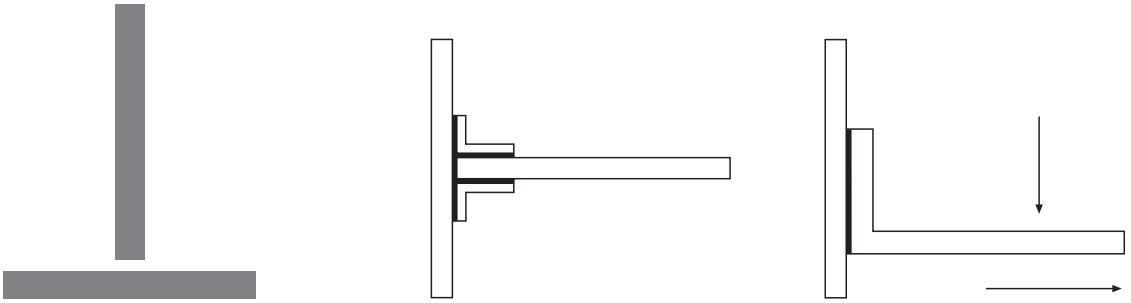
Grundtyper limfogar

Det är möjligt att definiera de allra flesta sammanfogningar som en av fyra grundtyper (pilarna anger i vilken riktning limfogarna bäst tar upp belastningar):

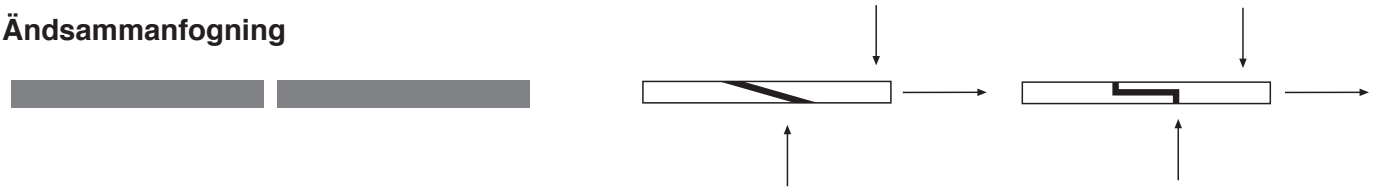
1. Vinkel- eller hörnsammanfogning



2. T-sammanfogning



3. Ändsammanfogning



4. Ytsammanfogning



Ytbehandling före limning

En limförbindelse är en kedja med olika länkar, där den svagaste länken bestämmer styrkan och livstiden på förbindelsen. En eller flera av följande processer kan användas vid förbehandling innan limning:

- Rengöring - avfettning (sur, basisk eller lösningsmedelsbaserat)
- Slipning eller blästring med efterföljande rengöring
- Kemisk etsning, konvertbestrykning (conversion coating), anodisering
- Primer

Det är i detta sammanhang inte något problem att hitta en förbehandling som håller en nog hög kvalitet. Problemet är att specificera hur hög kvalitén ska vara och finna en behandling som tillfredsställer detta, samtidigt som den är ekonomisk och miljömässigt försvarbar även vid massproduktion.



Svetsning

De stora utformningsmöjligheterna med aluminiumprofiler kan rätt utnyttjade underlätta fogningsprocessen och eventuellt eliminera behovet av svetsning eller annan krävande bearbetning. För bästa möjliga resultat bör det därför redan på förfrågningsstadiet finnas ritningsunderlag eller skiss på tänkt fogningsmetod och beskrivning av fogens funktion.

De flesta aluminiumlegeringar kan svetsas med konventionella metoder även om speciella svetsmetoder utvecklats för aluminium. Som fogmetod ger svetsning följande fördelar:

- Svetsning är en av de säkraste och lättaste metoderna att utföra luft- och vattentäta fogar.
- Det är möjligt att svetsa i materialtjocklekar från 1 mm upp till flera centimeter. Med speciell apparatur kan man svetsa i folietunna material.
- Svetsning förekommer inom Hydal såväl i fullt automatiserade och robotiserade processer för att tillförsäkra maximal repeterbarhet och processegenskaper som genom manuell svetsning för högre flexibilitet och lägre investeringar.
- Svetsning är som regel en kostnadseffektiv fogmetod.

Materialegenskaper

Oxidbildning

Aluminium och dess legeringar bildar naturligt ett oxidskikt som bidrar till det goda korrosonsmotståndet. Nackdelen med detta oxidlager är den höga smältpunkten, ca 2060°C. Detta innebär att oxidlagret inte smälter vid svetsning och den tillförda svetsvärmen i kombination med syre påskyndar oxidbildningen. Avlägsnande av oxidskiktet vid svetsning kan dock ske på flera sätt; under svetsprocessen med hjälp av flussmedel som löser upp och avlägsnar oxiden, eller före svetsning med hjälp av borstning med stålborste. Vid svetsning i skyddsgas (TIG eller MIG) bryter ljusbågen upp oxidskiktet samtidigt som gasen skyddar smältan mot luftens syre och förhindrar bildandet av nytt oxidskikt.

Värmeledningsförmågan för aluminium är 4 ggr så hög som för stål, men som ett resultat av andra materialegenskaper, som beskriv nedan, krävs det inte fyra gånger så mycket energi för att skapa en likvärdig fog.

Värmekapacitet

Med värmekapacitet avses den värmemängd som krävs för att höja temperaturen hos 1 kg material med 1°C. De olika aluminiumlegeringarnas värmekapacitet varierar endast obetydligt och är i allmänhet nära dubbelt så stor som för stål. Aluminiums densitet är dock en tredjedel av stålets.

Smältpunkt

Smältpunkten för renaluminium är ca 660°C och för de flesta legeringar mellan 570°C och 660°C. Smältpunkten för stål är ca 1.500°C.

Kombinationen av lägre smältpunkt, densitet, termisk ledningsförmåga och specifik värme kan innebära att man vid svetsning i aluminium måste tillföra lika mycket värme som vid svetsning i stål.

Porbildning

Porbildning i svetsfogar beror på att vätgas kan lösas in i smältan. Blir mängden löst vätgas för stor utskiljs överskottet i gasform vid stelnandet och orsakar porositet.

Vätgas kan upptas från bl a fukt och föroreningar i metall och tillsatsmaterial samt från gasflamman eller ljusbågen. Legeringstillsatser påverkar också den smälta metallens benägenhet att uppta vätgas.

Sprickbildningar

Sprickbildningstendensen hänger samman med materialets hållfasthet och elasticitet.

Materialets styrka reduceras ju högre det närmar sig smältpunkten. Inspänning av svetsfogar för att kontrollera deformation kan förorsaka stress i svetsarna som kan resultera i sprickor. Fogning med flera svetsfogar bör genomföras med balanserade svetssekvenser för att minimera inspänningsbehovet och därmed eliminera risken för sprickor. Svetssprickor kan uppstå antingen i svetsfogen eller i övergångszonen mellan svetsfogen och grundmaterialet.

Bra kontroll vid val av tillsatsmaterial, svetssekvenser och processparametrar reducerar risken för sprickbildning.



Smältsvetsning

De vanligaste svetsmetoderna är gaswolframsvetsning (TIG) och gasmetallbågsvetsning (MIG).

Dessa båda metoder ger också i regel de bästa resultaten. Gassvetsning förekommer i begränsad omfattning och metallbågsvetsning används mera sällan.

Tillsatsmaterial

Tjockleken på de detaljer som skall svetsas bestämmer tillsatsmaterialets dimension. Tillsatsmaterialen är standardiserade och finns i trådform eller stänger. I trådform finns tillsatsmaterialet vanligen i diametern 1.2 och 1.6 och är speciellt avsedd för MIG-svetsning. Stänger är allmänt tillgängliga från 1.6 till 6.4 mm i diameter och används för materialtjocklek från 0.7 till 10 mm. Det är viktigt att tillsatsmaterialet är rent och torrt. Är ytan förorenad bör den rengöras. Se tabellen ang val av tillsatsmaterial.

Val av tillsatsmaterial vid olika legeringar och legeringskombinationer som svetsas ihop

GRUND-MATERIAL	7108	6060/6101 6063/6005A 6082	1050
1050		AlSi5	Al99.5
6060/6101 6063/6005A 6082	AlMg 5 AlSi 5 AlMg 4.5 Mn	AlSi 5 AlMg 5 AlMg 3	
7108	AlMg 5 AlSi 5 AlMg 4.5 Mn		

Al Si 5 är lämplig för svetsning men har något lägre styrka än Alf Mg 5 och högre ozonbelastning

Al Mg 5 och Al Mg 3 ger bättre färgmatchning vid anodisering

Al Mg 5-tråd är mer kontrollerbar vid höga hastigheter i nyare svetsutrustningar

Smältsvetsmetod	Fluss-medel	Bågtyp	Minsta tjocklek på grundmaterialet mm	Relativa variabler				
				Utbredning av värmepåverkad zon	Svetshastighet		Investering	
					Manuell	Automatiserad	Investering	Variabla kostnader
TIG welding	Nej	Spraybåge	0,7 3	1,2-1,3	0,5	5	10-20	1,2
MIG welding	Nej	Kort båge Pulsbåge	1,6 0,7	1	1	6-10	20-30	1
Gas welding	Ja		1	3,5-4	0,2	–	1	1,6
Arc welding	Ja		3,5	1,5-1,6	0,4	–	10	1,4

Förvärmning används endast för tjockare material. När förvärmning används bör den om möjligt hållas under 120°. Högre temperatur kan påverka materialegenskaper särskilt legeringar vars egenskaper uppnås genom varm- eller kallhärdning.

MIG-svetsning

MIG-svetsning är en vidareutveckling av TIG-metoden i avsikt att öka svetshastigheten. Skillnaden mellan de två metoderna består i att man vid MIG-svetsning använder tillsatsmaterialet som elektrod för att skapa ljusbågen i stället för Wolfram. Metoden är användbar för alla fogtyper och alla svetslägen och ger hög kvalitet. MIG-metoden används till godstjocklek från 3 mm och uppåt men med särskild utrustning kan svetsning göras ned till 0.7 mm tjockt material. Den största fördelen vid MIG-svetsning är den höga svetshastigheten och goda inträngningen. Bredden på den värmepåverkade zonen är på grund av den höga svetshastigheten mindre än vid någon av de andra svetsmetoderna. Svetsdeformationen blir därför mindre än vid TIG-svetsning.

Den höga svetshastigheten emellertid kan vara en nackdel vid svetsning av korta fogar på svåråtkomliga ställen. MIG-svetsutrustning kräver noggrant underhåll och rengöring och är dyrare i inköp än annan svetsutrustning. Svetshastigheten ligger i storleksordningen 35 – 70 cm/minut för godstjocklekar från 4 – 20 mm. För att optimera svetsparametrarna används med fördel ”superren” Argon (Ar 99.9) som skyddsgas eller blandningar av Argon och Helium.

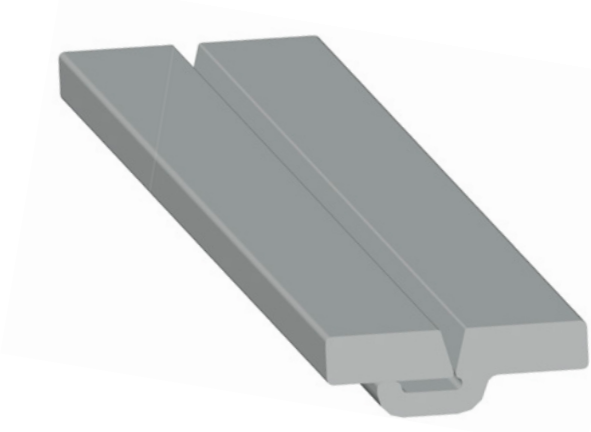
TIG-svetsning

TIG-metoden kräver inte flussmedel eftersom den använder en ädelgasköld för att skydda svetsen från oxidering vilket gör den särskilt lämplig för aluminium. TIG-metoden kan med fördel användas vid material-tjocklekar från 0,7 mm upp till 10 mm och speciellt vid korta fogar. TIG-svetsning kan utföras på alla svets-bara legeringar och ger korrekt utförd den mest felfria svetsningen bland de konventionella metoderna. Svetshastigheten kan genom automatisering ökas betydligt



Profilutformning för förenklad svetsning

Redan vid profilutformningen kan svetsarbetet förenklas och fogens hållfasthet ökas. Profilerna kan sålunda optimeras bl a med hänsyn till fogberedning, materialkompensation, rotstöd och minskat antal svetsfogar.

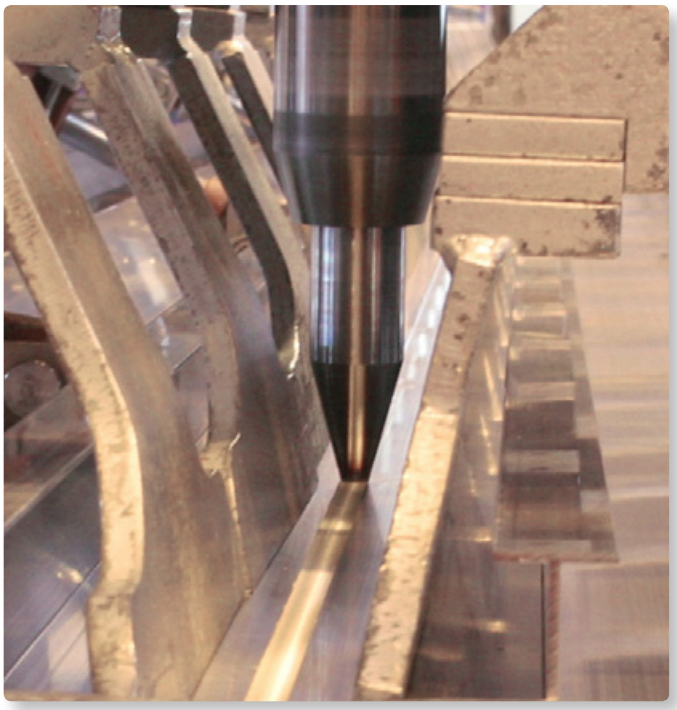


Andra svetsmetoder

Av andra förekommande svetsmetoder kan nämnas punkt och sömsvetsning, brännsvetsning samt kall- och varmtrycksvetsning. Metoder som explosionssvetsning, högfrekvenssvetsning, ultraljudssvetsning och elektron-strålesvetsning används i speciella sammanhang.

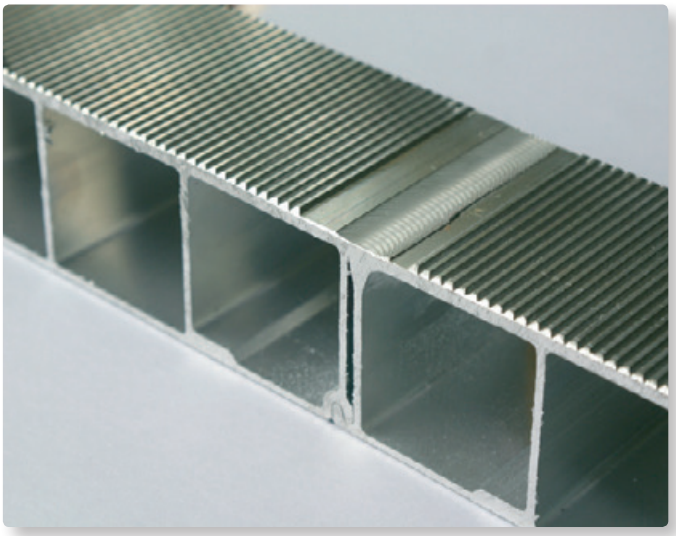
Friction Stir Welding

Friction Stir Welding (FSW) är en ny fogningsmetod som innebär att aluminiumytorna som skall sammanfogas pressas ihop och att ett roterande verktyg pressas ned i metallen och förs längs fogen. Det roterande verktyget genererar en temperatur i materialet på ca 100 – 150°C under aluminiums smältpunkt och mixar samman materialet i ett plastiskt tillstånd utan att det smälter. Metoden kräver vare sig tillsatsmaterial eller skyddsgas och genererar en svetsfog närmast fri från värmedeformationer och har högre hållfasthet än smältsvetsade fogar. Metoden lämpar sig väl för sammanfogning av aluminiumprofiler i tjocklekar mellan 2 och 8 mm och svetshastigheten är ca 1 m/min.

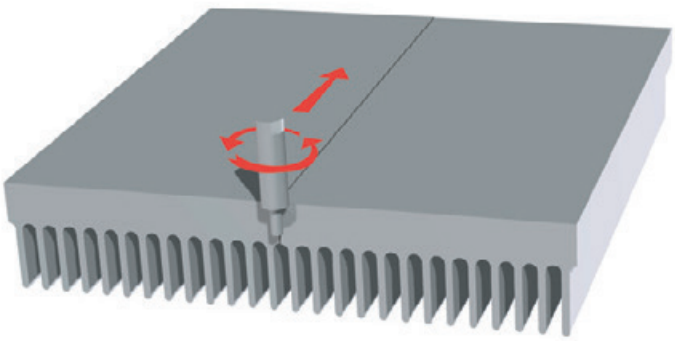




Hydal har bland de mest moderna och avancerade utrustningarna för Friction Stir Welding. Metoden lämpar sig väl för sammanfogning av aluminiumprofiler i tjocklekar mellan 2 och 8 mm i upp till 15 meters längd och svetshastigheten är ca 1 m/min.



FSW genererar en svetsfog närmast fri från värmedeformationer och har högre hållfasthet än smältsvetsade fogar.



Ett roterande verktyg pressas ned i metallen och förs längs fogen.

Bearbetning



Oavsett optimering av profilens egenskaper och funktioner krävs ofta någon form av efterbearbetning. Generellt gäller att profiler i aluminium kan bearbetas med alla förekommande bearbetningsmetoder som gäller för andra metaller. Inom Hydal utnyttjar vi den modernaste tekniken och metoderna för kvalitetsbearbetning med hög precision och snäva toleranser.

Likaså gäller att vanliga förekommande verkstadsmaskiner normalt kan användas vid bearbetning av aluminium. Vi har specialmaskiner (inkl CNC-styrda fleroperations- och långlängdsmaskiner) för bearbetning av aluminium som ger snabbare, rationellare och mer kostnadseffektiv bearbetning. Bearbetningsmomenten uppdelas vanligen i skärande och plastisk bearbetning.

Skärande bearbetning

Vid skärande bearbetning i aluminium kan man uppnå högre skärhastigheter än i stål. De flesta aluminiumlegeringar tillåter mycket stora skärhastigheter vid skärande bearbetning och metoden utgör i de flesta fall en ekonomisk och mycket fördelaktig bearbetningslösning.

Aluminiums skärbarhet beror inte bara på legering och tillstånd utan också på förhållandet mellan fixturer, inspänning, verktyg, kylning, smörjning och legering. Generellt kan sägas att ekonomisk och rationell skärande bearbetning bäst uppnås om man använder verktyg med stor spånvinkel och goda möjligheter för spånavgång.

Även om alla vanligen förekommande verkstadsmaskiner kan användas vid bearbetning av aluminium använder vi inom Hydal ofta utrustning specialutvecklad för aluminium och aluminiumprofiler vad gäller hastighet och noggrannhet.

Kapning

Aluminiumprofiler kan sågas exakt och utan att det uppstår grader. Tvärsnittets utseende, vald legering och profilens hårdhet avgör tändernas storlek och antal, rotationshastighet, sågklingans diameter och matningen. Antalet tänder skall vara tillräckligt stort för att på ett effektivt sätt såga stora och runda spån som ger ett rent sågsnitt.

Då man sågar i tunna profiler skall alltid flera tänder samtidigt såga i materialet och skärvätska måste alltid användas.

Viktigt för kvalitén är också fixeringsutrustningen. Ju starkare profilen är infäst och ju närmare infästningen är till sågklingan desto lägre blir materialvibrationerna.

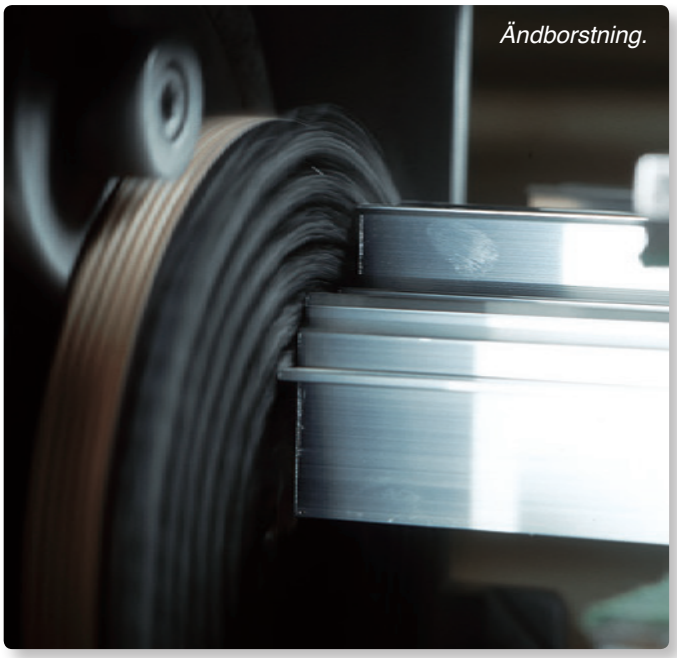


Gradning

Gradning är en process för att avlägsna små flisor och små kvarvarande grader från profilens snittyta. De vanligaste metoderna är mekaniska där man använder blästring, borste eller slipmaskin. För avgradning av mindre och medelstora detaljer är trumling, där fragmenten avlägsnas genom friktion mot cirkulerande stenar, en lämplig metod.



Trumling.



Ändborstning.

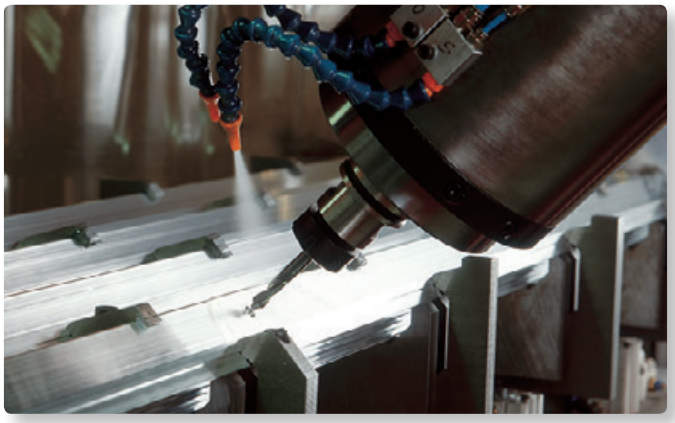
Fräsning

Fräsverktyg till aluminiumbearbetning har större tanddelning än motsvarande verktyg till stålbearbetning och därför ett rymligare spånspår. Som för annan skärande bearbetning av aluminium är en hög skärhastighet en förutsättning för ett bra resultat. Hög ytkvalitet förutsätter stor drivkraft och stabilitet i verktyget och matningsanordningen. Man skiljer mellan änd- och periferifräsar beroende på var ytan som skall fräsas är belägen i förhållande till fräsown centrumlinje.

Vid planfräsning med ändfräs skall fräsdiametern vara minst 20% större än bredden av den bearbetade ytan. Under fräsningen bör 2/3 av ytan röras mot och 1/3 med skärriktningen. Vid periferifräsning (d v s vals-, pinn-, skiv-, eller profilfräsar) bör fräständerna röra sig i matningsriktningen (medfräsning).

Eftersom aluminium leder värme mycket bättre än andra metaller är smörjning under fräsprocessen viktigare än kylning.



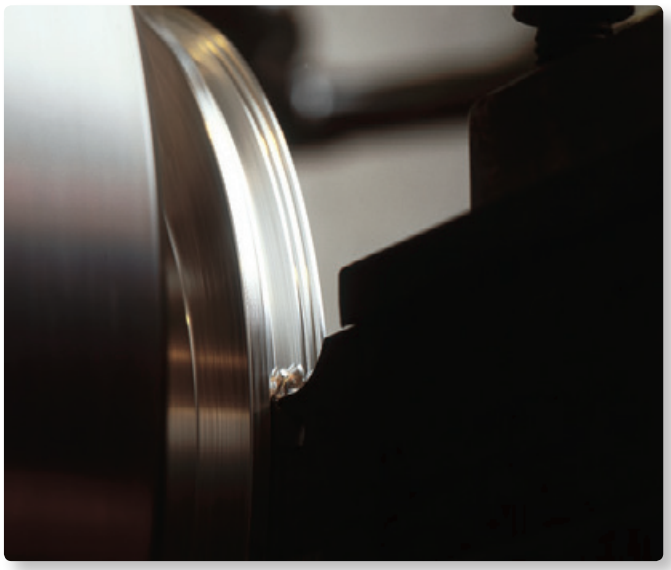


Borrning

Som vid de flesta maskinbearbetningar bör borrning utföras vid hög hastighet. När man borrar med standardborr skall borrstålet skärpas för att trycket skall minska vilket ger ett bättre resultat. Specialborrar för aluminium behövs bara när man skall borra djupa hål och för mjuka legeringar. Det är viktigt att observera att hålen blir avsevärt större än borrdiametern då man borrar i aluminium, speciellt gäller detta för mjuka legeringar. Då man borrar djupa hål, speciellt då diametern är stor, uppstår mycket värme. Kylning är vid sådana tillfällen nödvändig för att undvika att hålet drar ihop sig.

Svarvning

Svarvning av aluminium kan företas i såväl standard-, special som automatsvarvar och bör utföras med stor rotationshastighet.Uppmontering av svarvämnena skall därför göras stadigt för att undvika vibrationer. Mellanlägg mellan svarvämne och fästklackar förhindrar märken och deformationer i metallen.





Gängning

In- och utvändig gängning kan göras med alla förekommande skärande bearbetningsmetoder samt genom plastisk formning. I synnerhet för härdbara legeringar uppnås mycket hög kvalitet. Vid gängning under 6 mm kan tappar för stål användas men vid större diametrar bör speciella gängtappar användas. Invändig gängning kan utföras antingen med gängtappar i serie eller med enkeltappar. Spånspåren skall vara stora och breda, välrundade och polerade samt med stor spånvinkel. Ryggytan skall löpa radiellt eller vara underslipad så att spån från gängningen inte fastnar mellan verktyg och gänga när tappen vrids tillbaka.

Man skiljer vanligen mellan tre typer av specialgängtappar:

En typ är hålslipad med stigning mot skärriktningen så att spånorna skjuts framför tappen under gängningen. En annan typ är utformad så att gängan avbryts från rilla till rilla.

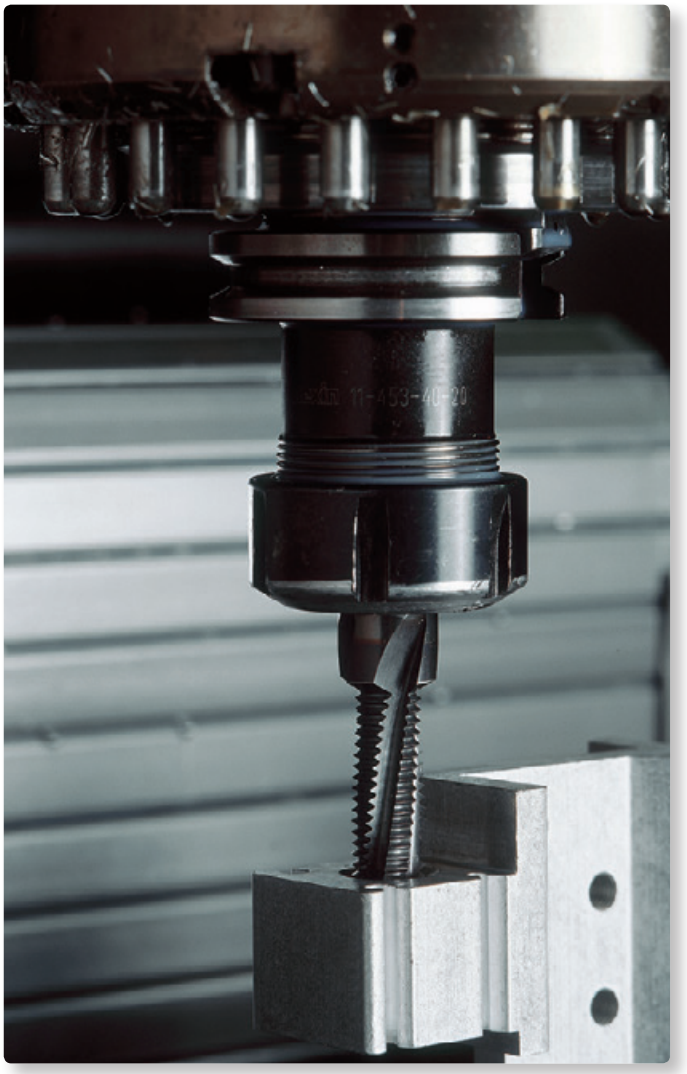
En tredje typ slutligen har spiralformat spånspår för lättare skärning med bättre tryck under gängningen. Utvändig gängning genomförs med hjälp av vanliga gängstål eller gängsnitt.

Gängspåren kan även formas plastiskt genom rullformning utan att spån avlägsnas. Detta ger en mycket stark gänga.

Den utvändiga diametern på ämnet som gängas bör vara 0,2 – 0,3 gånger gängstigningen mindre än den nominella gängdiametern.

Det är av stor vikt att metallämnets och verktygets centrumlinje sammanfaller.

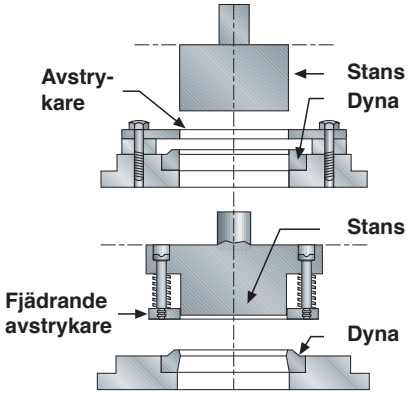
Mycket goda resultat uppnås också med gängfräsning ner till M5.



Stansning

Stansning utförs normalt i excenterpress med ett skärande (klippande) verktyg. Stansverktyg till aluminium skiljer sig något från verktyg avsedda för andra metaller. Till stans och dyna rekommenderas härdat verktygsstål. Grader undviks genom regelbunden slipning av stans och dyna. Skråslipas dynans översida kan den nödvändiga stanskraften dessutom väsentligt reduceras. Den skråslipade delen skall maximalt motsvara tjockleken på den materialdel som skall utstansas. Vid vissa tillfällen, särskilt vid hålstansning, kan det vara en fördel att skråslipa överstansen medan dynan behålls plan. Om den utstansade delen skall användas vidare skall övre stansen hållas plan oavsett formen på dynan. Det är viktigt att hålla rätt spalt mellan stans och dyna under själva stansprocessen. Spalten bestäms av materialets sammansättning och tjockleken på det stansade godset.

Stansverktyg med avstrykare

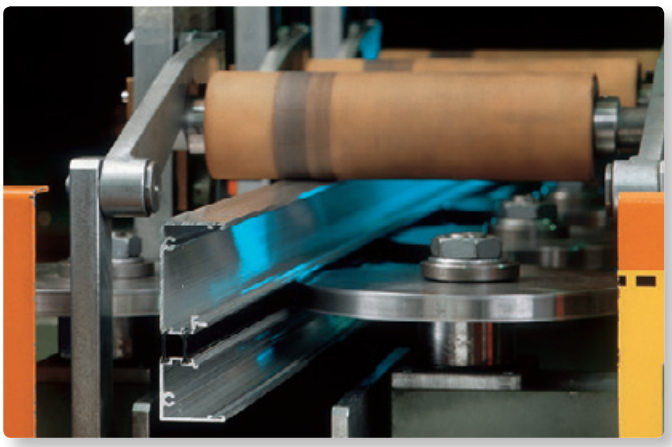




Isolering

Aluminiums höga värmeledningskoefficient är mindre önskvärd i applikationer där låg värmestrålning önskas som t ex i fönster. Det finns många olika metoder för isolering men de två vanligaste använder teknik för att bryta värmeledningsförmågan. I den första metoden strängpressas profilen i ett stycke och polyuretan fylls i ett slutet utrymme i profilen.

När polyuretanet stelnat delas profilen i två delar sammanhållna genom polyuretanmassan. På så vis bryts ”köldbryggan” eller värmeledningen.

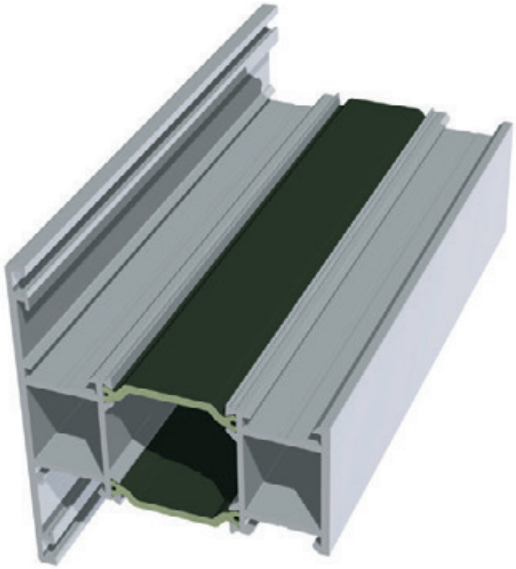


Den andra metoden innebär att två separata profiler sammanfogas av en massa av polypropylen eller polyamidlister. Applicering sker bl a genom rullformning. Detta isoleringsätt gör det möjligt att använda olika färger på fönstrets bägge sidor.

Begränsningar:
inmatningstvärsnitt 322x300 mm

Min längd:
3,400 mm

Max längd:
8,000 mm



Plastisk formning

Aluminiumprofiler kan bockas med samma utrustning som för andra metaller. Vid stora radier kan bockning ske i härdat tillstånd men vid små radier bockar man vanligen i mjukglödgat eller i T4-tillstånd (halvhärdat). Efter bockning är det möjligt att härda till full styrka.

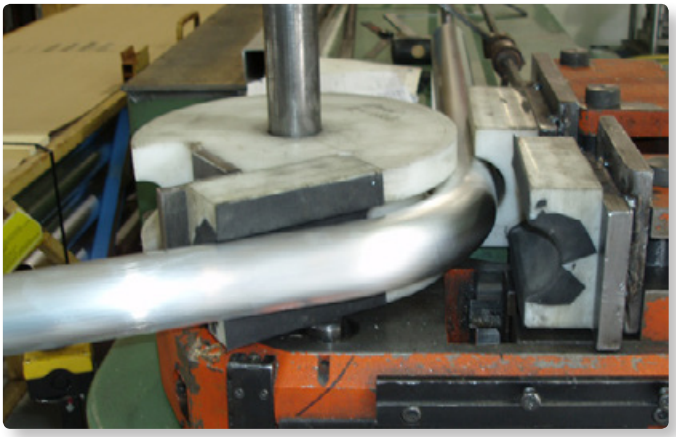
Bockning bör ske före anodisering om krav ställs på helt anodiseringsskikt utan sprickor.

Redan vid profilkonstruktionen bör man ta hänsyn till att profilen skall bockas.

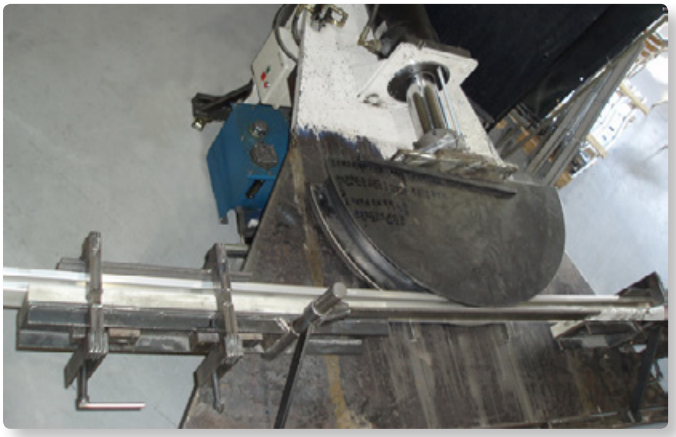
Vid större volymer och material i T4-tillsånd bör man inte producera för stora serier då risk föreligger att materialet blir stående och risk för självhärdning föreligger.



Fyra huvudsakliga metoder används vid bockning:



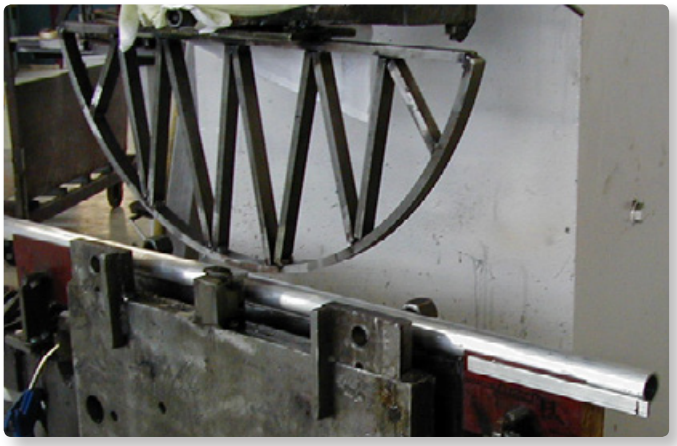
Dragbockning
Hög formnoggrannhet. Profilens kläms fast i bägge ändar och formning sker genom att verktyget rör sig.



Sträckbockning
Med eller utan ”dor”. Profilens kläms fast och roterar med verktyget. Metoden passar för små radier och har stor repeterbarhet.



Rullbockning
Används för bockning av profiler med stora radier. Profilen valsas mellan tre rullar varav den ena är justerbar. Med CNC-styrd maskin är det möjligt att variera radien på samma detalj.



Pressbockning
Lämpar sig för enklare bockning i större serier. Detaljerna formas i ett tvådelat verktyg i exempelvis en hydraulisk press eller annan enklare utrustning.

Ytbehandling

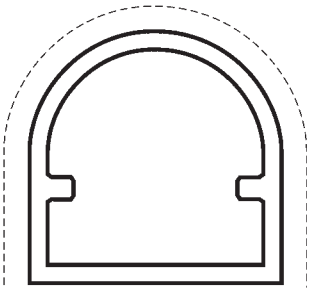


Aluminiumprofiler ytbehandlas huvudsakligen av två orsaker; av estetiska skäl eller för att man önskar ge ytan speciella egenskaper. Förekommande ytbehandlingsmetoder uppdelas i fyra huvudsakliga behandlingsformer – *mekanisk, kemisk, elektrokemisk och organisk ytbehandling* – under vilka en rad olika tekniker kan användas. Några egenskaper som kan förändras och förädlas med ytbehandling är bl a korrosionsmotstånd, ytstruktur, hårdhet, slitstyrka, reflexionsförmåga och elektrisk isoleringsförmåga.

Profilutformning

Strängpressningstekniken ger redan i designskedet möjligheter till förbättrad ytkvalitet. Breda profiler kan delas och i profiler med ojämn godsfördelning kan strukturförändringar döljas genom att exempelvis göra dekorativa spår i ytan.





Om man på konstruktionsritningen med en streckad linje anger vilka ytor som är synliga i slutprodukten kan många problem undvikas.

Ytbehandlingsmetoder

Typ	Teknik	Karaktäristika
Mekanisk	Slipning/Borstning Polering Vibrationspolering Högglanspolering	Fina spår i slipriktningen. Ger svag silkesaktig matthet Polerar ytan och slipspåren försvinner delvis Matt till glansig yta, lämpat för små ytor Ger spegelglansyta
Elektrokemisk	Anodisering Elektrolytisk polering	Ger hårt, klart eller färgat oxidskikt. För dekoration eller ökat ytskydd Ger en slät yta med stor reflektionsförmåga
Organisk ytbeläggning	Målning och lackering Screentryck Foliering	Ger olika grader av skyddande och dekorativa ytor Påtryck av text, dekormönster etc För dekoration, skydd eller annan funktion

Mekanisk ytbehandling

Speciell ytfinish kan åstadkommas hos aluminium-profiler med mekanisk bearbetning som t ex polering och borstning. Dessa metoder avlägsnar alla småfel på ytan, ger ett likformigt utseende och gör ytterligare bearbetning möjlig för att åstadkomma olika reflekterande och dekorativa ytor.



Polering

Polering är en process som består av slipning, inoljning och sämskinnspolering i flera steg, automatiserat eller manuellt. En slät, klar reflekterande och repfri yta med hög lyster kan åstadkommas med försumbara materialförluster.



Slipning/Borstning

Slipning/borstning ger dekorativa, ickereflekterande ytor som kan variera från sandblästrat till sammetsliknande utseende. Slipade ytor bör anodiseras eller målas för att förhindra korrosion.



Trumling

En mycket bra metod för mindre aluminiumdetaljer när det gäller att avlägsna grader, avrunda skarpa kanter och ge viss polering.

Elektrokemisk ytbehandling

Anodisering

Anodisering är en elektrokemisk process där materialet påförs ett betydligt tjockare oxidskikt än det naturligt bildade. Man får därmed ett ökat motstånd mot mekanisk nötning och korrosion samtidigt som ytan blir elektriskt isolerad.

Processen innebär att profilen nedsänks i ett elektrolytiskt bad med likström där profilen kopplas som anod (därav namnet) i kretsen. Vid elektrolysen byggs ett mycket kraftigt oxidskikt upp som utgör en integrerad del av själva materialet.

Skiktets tjocklek uppnås genom en kombination av badets sammansättning, använd strömstyrka och anodiseringstiden.

Det bildade oxidskiktet utgörs av ett stort antal öppna porer som gör materialet känsligt för korrosionsangrepp. Processen avslutas därför med att porerna sluts antingen genom s k eftertätning vilket innebär behandling i kokande vatten eller en tvåstegsprocess baserad på nickelfluorid (kallförsegling) Den senare metoden kräver mycket mindre energi vilket är ytterligare ett bidrag till vår miljö.



Anodiseringsskiktet kan också infärgas i många olika färger. Infärgningen sker i steget mellan anodisering och eftertätning.

Egenskaper

Oxidskikt förstärkt genom anodisering har mycket god korrosionsbeständighet. I kontakt med lösningar och ämnen med pH-värden mellan 4 och 8.5 påverkas ytan normalt inte alls. Vid kontakt med starkt alkaliska ämnen kan ytan fläckas och skadas. Detta är något man bör tänka på när det gäller byggkomponenter i aluminium så att de skyddas mot kalk, cement mm under byggtiden.

Aluminiums naturliga oxidskikt har en tjocklek på ca 0,02 μ och genom anodisering kan detta ökas till ca 25 μ.

Hårdheten i det anodiserade skiktet mätt i kp/mm^2 överstiger hårdheten för stål, nickel och krom och motsvarar hårdheten för korund. Samtidigt stiger smältpunkten i ytan till ca 2000°C.

Det oxidskikt som uppnåtts genom anodisering har goda isolerande egenskaper och har med en skikttjocklek på 12 – 15 μ en genomslagsspänning på 500 – 600V. Ytans slitstyrka och korrosionsmotstånd kan förbättras med ökad tjocklek på anodiseringsskiktet. Rekommenderade skikttjocklekar för olika användningsområden framgår av nedanstående tabell.

Anodiserade profiler passar i en mängd arkitektoniska och dekorativa sammanhang som kräver en vacker och hållbar yta.

Anodiserade aluminiumprofiler minimerar underhållsbehovet. Av estetiska skäl bör dock aluminiumytan rengöras regelbundet med exempelvis vatten och neutralt tvättmedel. Starka alkalier bör undvikas.

Rekommenderad skikttjocklek vid anodisering

Skikttjocklek μ	Användningsområden
25	Ytan är utsatt för mycket kraftig påverkan i form av korrosion eller slitage, särskilt utomhus i korrosiv miljö
20	Kraftig eller normal påverkan utomhus, t ex byggmaterial, fordon och fartyg
20	Kraftig påverkan inomhus av kemikalier, i fuktig luft, t ex inom livsmedelindustrin
15	Relativt kraftigt slitage inomhus, t ex ledstänger eller utsmyckningsdetaljer utomhus
10	Normal påverkan inomhus eller utomhus i torr och ren atmosfär. Till reflektorer, beslag, dekorationslister till fordon, sportartiklar
5	Normal påverkan inomhus

Färganodisering

Före den avslutande eftertätningen har man möjlighet till infärgning av aluminiumytan. Huvudsakligen två metoder används;

Doppinfärgning görs efter själva anodiseringen med speciella färglösningar. För infärgning kan såväl organiska som oorganiska färgämnen användas. Processen avslutas med eftertätning. Ett stort antal färger kan erhållas genom denna process. Färgerna är inte helt beständiga mot UV-ljus och metoden lämpar sig därför bäst för produkter för inomhusbruk.

Elektrolytisk infärgning. Sker i ett separat steg efter anodiseringen. Genom inverkan av växelström tränger pigmenten som består av metallsalter ned i porerna. Processen avslutas med eftertätning. Metoden ger hög ljusbeständighet och lämpar sig väl för utomhusprodukter. Färgskalan går från gyllene brons till svart.



Organisk ytbehandling

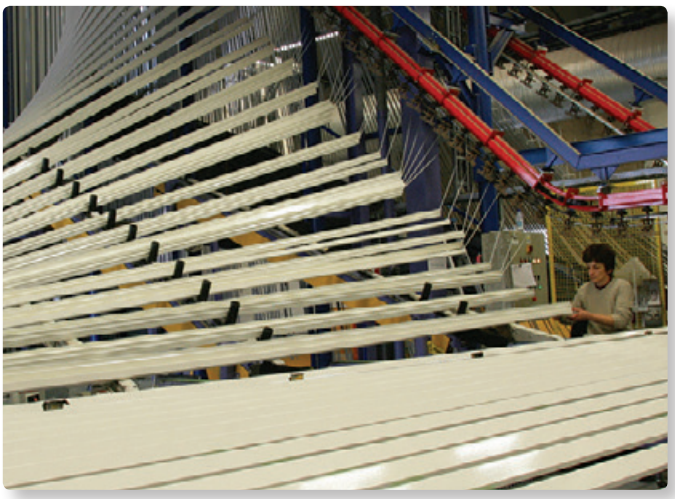


Lackering

Pulverlackering av aluminiumprofiler är en lösningsmedelsfri och miljövänlig lackmetod som ger tillgång till ett brett färgspektra. Metoden ger tillgång till bl a följande egenskaper:

- brett färgspektra
- varierad ytfinish
- goda korrosionsegenskaper
- god slit- och glidyta

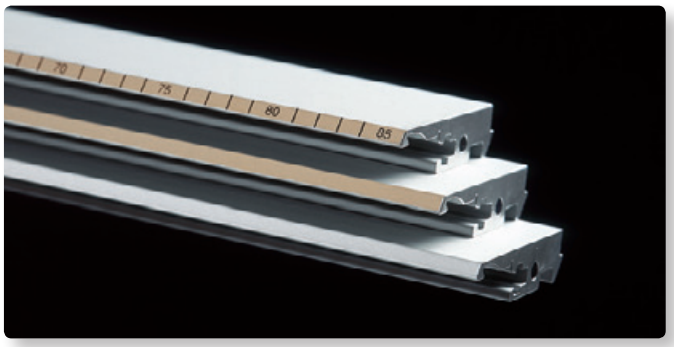
Pulverlack ger god UV-tålighet och är därför lämplig för produkter avsedda för utomhusbruk.



Korrekt utförd förbehandling är viktig för att uppnå fullgott och hållbart resultat av lackeringen. Normal förbehandling består av avfettning och betning samt kromatering. Pulverlackering ger tillgång till hela färgskalan av förekommande RAL- och NCS-kulörer.

Screentryck

Tryckning på aluminiumprofiler genom screentryck ger hållbart och dekorativt resultat. Screentryck kan göras på både obehandlade och anodiserade aluminiumytor. Extra hållbart resultat åstadkoms om man screentrycker mellan anodisering och eftertätning. Porerna i oxidskiktet absorberar tryckfärgen och den avslutande eftertätningen sluter porerna och ger därmed extra skydd mot slitage.





Foliering

Skyddsfilm (folie) kan appliceras på de flesta profiler för att skydda synliga ytor mot skador under mekanisk bearbetning, transport och montering. Bästa resultat uppnås i appliceringsmaskin med pressrullar anpassade efter profilernas utformning och vid temperaturer mellan 15 och 40°C.

Hänsyn måste tas till tjockleken på filmen när denna kommer i kontakt med processutrustning där toleransbestämning görs. Filmens tjocklek är från 50 μ.





Ytkriterier

Klass	Definition	Produktionsföreskrifter Typiska användningsområden	Rekommenderad legering
1	**Extremt stora ytkrav** Det får inte synas repor, märken eller iögonenfallande strukturränder på profilens synliga ytor. Betraktningsavstånd: 0,5 m Kan inte köras på synlig yta. Max lev längd: Avtalas	**Super kvalitet** Individuell, åtskiljd hantering i alla led. Synliga ytor skyddas väl vid packning. Dekorlister, tavelramar, radio/TV-fronter.	6060
2	**Mycket stora ytkrav** Det får inte synas repor, märken eller iögonenfallande strukturränder på profilens synliga ytor. Betraktningsavstånd 1,0 m På icke synliga ytor: Kval. 3 Bör inte köras ut på synlig yta.	**Mycket hög lack/anodiseringskvalitet** Synliga ytor skyddas vid packning. Dekorlister, tavelramar, radio/TV-fronter, exklusiva möbler, kök, bad.	6060 (6063)
3	**Stora ytkrav** Det får inte synas iögonenfallande strukturrepor eller andra skador på profilens synliga ytor. Betraktningsavstånd: 2,0 m Grafitskador och andra små skador från bord tillåts på synliga ytor. På icke synliga ytor: Kval. 4 Fri från spån	**Hög lack-/anodiseringskvalitet** Synliga ytor skyddas vid packning. Kan produceras med synlig yta ned mot bord. Kan med omtanke läggas i varandra vid pressning, sträckning, kapning. Skador/märken som försvinner vid anodisering kan godtas på synliga ytor. Möbler, lampor, kök, bad, fönster, dörrar, butiksinredningar.	6060 6063 (6005)
4	**Normala ytkrav** Det får inte synas iögonenfallande repor, märken eller andra skador på profilen. Betraktningsavstånd: 4,0 m	**Normalkvalitet** Finmekaniska delar, invändiga delar till radio/TV, byggsystem utom fönster och dörrar, balkonger, markiser, stängsel och stegar, standardprofiler.	Alla
5	**Små/inga ytkrav** Betraktningsavstånd: 6,0 m Blåsor och sprickor tillåts ej.	**Konstruktionskvalitet** Konstruktionselement, delar till grov mekanisk bearbetning. Standardprofiler.	Alla

Ytkvalitéer, lackerade profiler

Lack-klass	Definition, lackerad yta	Minimikrav på profiler för lackering Klass:
L1 – Mycket hög	Primärytor: Betraktningsavstånd: 1,0 m. Inga felaktigheter i lacken accepteras. Skikttjocklek, genomsnitt 60-100 µ/m Sekundärytor: Skikttjocklek, genomsnitt 30-60 µ	**3**
L2 – Hög	Primärytor: Betraktningsavstånd: 1,0 m Mindre felaktigheter i lacken accepteras Skikttjocklek, genomsnitt 60-100 µ Sekundärytor: Skikttjocklek, genomsnitt 30-60 µ	**4**
L3 – Normal	Primärytor: Betraktningsavstånd: 3,0 m Mindre felaktigheter i lacken accepteras Skikttjocklek, genomsnitt 60-100 µ Sekundärytor: Skikttjocklek, genomsnitt 30-60 µ	**4**

Toleranser



Vi tillämpar mått- och formtoleranser enligt CEN-europeiska standardiseringsorganisationen; Profilnorm EN 755-9. På de följande sidorna kommer ett utdrag ur denna norm.

Möjliga toleranser påverkas av profilutformning, godstjocklek och legering. För utförligare information hänvisar vi till den kompletta standarden eller till vår tekniska support.

Legeringsgrupper

Legeringar är uppdelade i två grupper efter svårighet att producera dessa. Denna uppdelning finns i tabell 1 nedan.

Tabell 1

Grupp	Legering
Grupp 1	EN AW-1050A, EN AW-6005A, EN AW-6060, EN AW-6063
Grupp 2	EN AW-6082, EN AW-7003, EN AW-7108

Toleranser

Toleranser på följande mått specificeras i kommande tabeller 2–5.

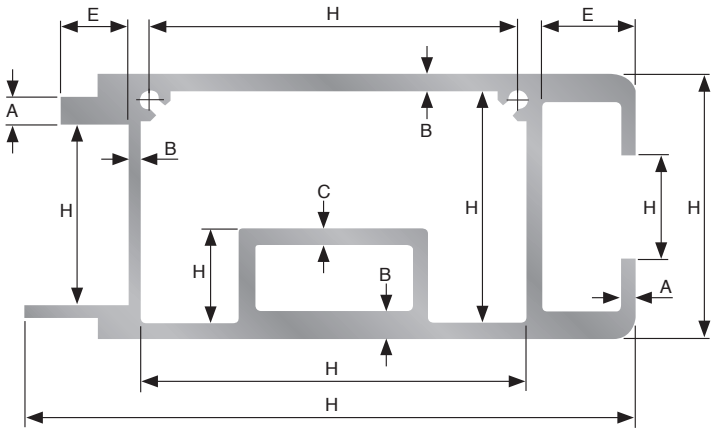
A: Väggtjocklek förutom de sammanhängade med hålrum på hålprofiler.

B: Väggtjocklek tillhörande hålrum förutom väggtjocklekar mellan två hålrum.

C: Väggtjocklek mellan två hålrum i hålprofiler.

E: Längden på det kortaste benet, profiler med öppna ändar.

H: Alla mått, förutom väggtjocklek, mellan två punkter i profilens tvärsnitt eller mellan centrum på två öppna skruvfickor.



Toleranser på mått andra än väggtjocklek

Tabell 2 – Toleranser för massiva och hålprofiler – Legeringsgrupp 1.

Mått i mm.

Dimension *H*		Toleranser för *H* gällande omskriven cirkel CD*			
Över	Upp till och med	CD ≤ 100	100 < CD ≤ 200	200 < CD ≤ 300	300 < CD ≤ 500
–	10	± 0,25	± 0,30	± 0,35	± 0,40
10	25	± 0,30	± 0,40	± 0,50	± 0,60
25	50	± 0,50	± 0,60	± 0,80	± 0,90
50	100	± 0,70	± 0,90	± 1,1	± 1,3
100	150	–	± 1,1	± 1,3	± 1,5
150	200	–	± 1,3	± 1,5	± 1,8
200	300	–	–	± 1,7	± 2,1
300	450	–	–	–	± 2,8

** För gapmått med stora gapdjup kommer ett tillägg enligt värden från tabell 4, se fig 3 och 4.*



Tabell 3 – Toleranser för massiva och hålprofiler – Legeringsgrupp 2.

Mått i mm.

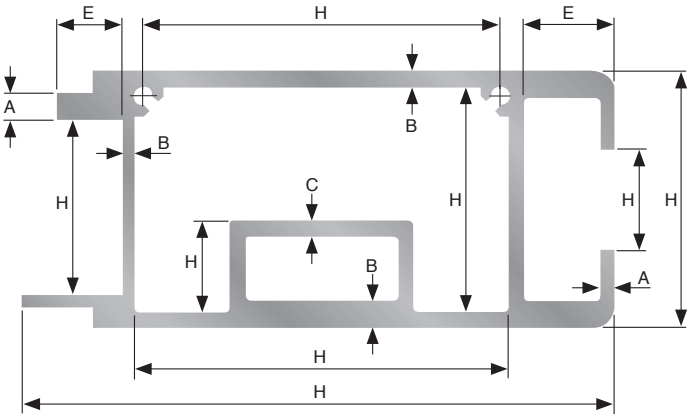
Dimension *H*		Toleranser för *H* gällande omskriven cirkel CD*			
Över	Upp till och med	CD ≤ 100	100 < CD ≤ 200	200 < CD ≤ 300	300 < CD ≤ 500
–	10	± 0,40	± 0,50	± 0,55	± 0,60
10	25	± 0,50	± 0,70	± 0,80	± 0,90
25	50	± 0,80	± 0,90	± 1,0	± 1,2
50	100	± 1,0	± 1,2	± 1,3	± 1,6
100	150	–	± 1,5	± 1,7	± 1,8
150	200	–	± 1,9	± 2,2	± 2,4
200	300	–	–	± 2,5	± 2,8
300	450	–	–	–	± 3,5

** För gapmått med stora gapdjup kommer ett tillägg enligt värden från tabell 4, se fig 3 och 4.*

Tabell 4 – Tillägg på gapmått H för legeringsgrupp 1 och 2.

Mått i mm.

Benlängd *E*		Tillägg till tolerans i tabell 2 och 3 för gapmått *H*, för profiler med öppna ändar
Över	Upp till och med	
–	20	–
20	30	± 0,15
30	40	± 0,25
40	60	± 0,40
60	80	± 0,50
80	100	± 0,60
100	125	± 0,80
125	150	± 1,0
150	180	± 1,2
180	210	± 1,4
210	250	± 1,6
250	–	± 1,8



A: Väggtjocklek förutom de sammanhängade med hålrum på hålprofiler.

B: Väggtjocklek tillhörande hålrum förutom väggtjocklekar mellan två hålrum.

C: Väggtjocklek mellan två hålrum i hålprofiler.

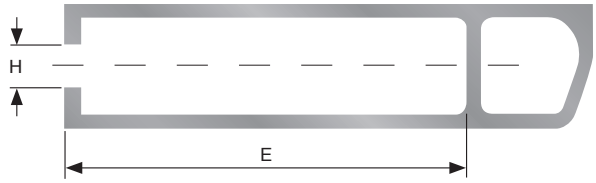
E: Längden på det kortaste benet, profiler med öppna ändar.

H: Alla mått, förutom väggtjocklek, mellan två punkter i profilens tvärsnitt eller mellan centrum på två öppna skruvfickor.

Exempel 1

Mått *H*: 30 mm; Mått *E*: 50 mm; Omskriven cirkel, CD upp till 100 mm legeringsgrupp 1.

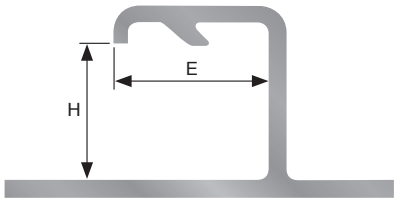
Tolerans *H* enligt tabell 2 är ± 0,5 mm, plus tilläggstoleransen i tabell 4 ± 0,4 mm ger den totala toleransen på mått *H* = ± 0,9 mm.



Exempel 2

Mått *H*: 60 mm; Mått *E*: 70 mm; Omskriven cirkel, CD 100 till 200 mm legeringsgrupp 2.

Tolerans *H* enligt tabell 3 är ± 1,0 mm, plus tilläggstoleransen i tabell 4 ± 0,5 mm ger den totala toleransen på mått *H* = ± 1,5 mm.



Toleranser på väggtjocklekar

Tabell 5 – Toleranser på väggtjocklekar för profiler med omskriven cirkel upp till och med 300 mm. Legeringsgrupp 1.

Mått i mm.

Nominell väggtjocklek *A, B* eller *C*		Tolerans på väggtjocklek					
		Väggtjocklek *A* Omskriven cirkel CD		Väggtjocklek *B** Omskriven cirkel CD		Väggtjocklek *C* Omskriven cirkel CD	
Över	Upp till och med	CD ≤ 100	CD < 100 ≤ 300	CD ≤ 100	CD < 100 ≤ 300	CD ≤ 100	CD < 100 ≤ 300
–	1,5	± 0,15	± 0,20	± 0,20	± 0,30	± 0,25	± 0,35
1,5	3	± 0,15	± 0,25	± 0,25	± 0,40	± 0,30	± 0,50
3	6	± 0,20	± 0,30	± 0,40	± 0,60	± 0,50	± 0,75
6	10	± 0,25	± 0,35	± 0,60	± 0,80	± 0,75	± 1,0
10	15	± 0,30	± 0,40	± 0,80	± 1,0	± 1,0	± 1,2
15	20	± 0,35	± 0,45	± 1,2	± 1,5	± 1,5	± 1,9
20	30	± 0,40	± 0,50	± 1,5	± 1,8	± 1,9	± 2,2
30	40	± 0,45	± 0,60	–	± 2,0	–	± 2,5
40	50	–	± 0,70	–	–	–	–

** För sömlösa hålprofiler gäller väggtjocklek C.*

Tabell 6 – Toleranser på väggtjocklekar för profiler med omskriven cirkel upp till och med 300 mm. Legeringsgrupp 2.

Mått i mm.

Nominell väggtjocklek *A, B* eller *C*		Tolerans på väggtjocklek					
		Väggtjocklek *A* Omskriven cirkel CD		Väggtjocklek *B** Omskriven cirkel CD		Väggtjocklek *C* Omskriven cirkel CD	
Över	Upp till och med	CD ≤ 100	CD < 100 ≤ 300	CD ≤ 100	CD < 100 ≤ 300	CD ≤ 100	CD < 100 ≤ 300
–	1,5	± 0,20	± 0,25	± 0,30	± 0,40	± 0,35	± 0,50
1,5	3	± 0,25	± 0,30	± 0,35	± 0,50	± 0,45	± 0,65
3	6	± 0,30	± 0,35	± 0,55	± 0,70	± 0,60	± 0,90
6	10	± 0,35	± 0,45	± 0,75	± 1,0	± 1,0	± 1,3
10	15	± 0,40	± 0,50	± 1,0	± 1,3	± 1,3	± 1,7
15	20	± 0,45	± 0,55	± 1,5	± 1,8	± 1,9	± 2,2
20	30	± 0,50	± 0,60	± 1,8	± 2,2	± 2,2	± 2,7
30	40	± 0,60	± 0,70	–	± 2,5	–	–
40	50	–	± 0,80	–	–	–	–

** För sömlösa hålprofiler gäller väggtjocklek C.*

Längdtoleranser

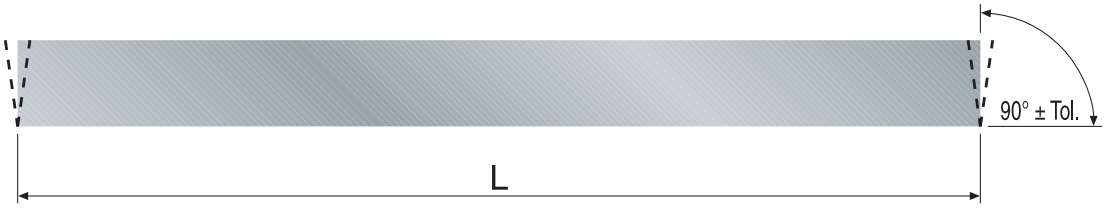
Om fasta längder skall levereras skall detta anges på order. Toleranser för fasta längder anges i tabell nedan.

Tabell 7 – Toleranser för fast längd

Mått i mm.

Omskriven cirkel diameter CD		Toleranser för fast längd *L*			
Över	Upp till och med	*L* ≤ 2000	2000 < *L* ≤ 5000	5000 < *L* ≤ 10000	10000 < *L* ≤ 15000
–	100	+ 5 0	+ 7 0	+ 10 0	+ 16 0
100	200	+ 7 0	+ 9 0	+ 12 0	+ 18 0
200	450	+ 8 0	+ 11 0	+ 14 0	+ 20 0

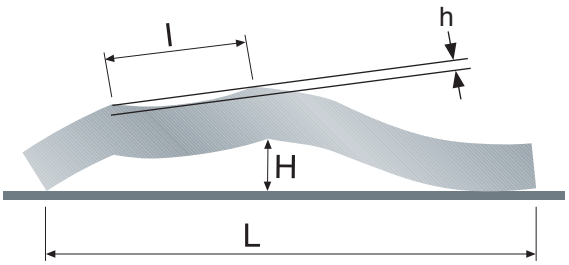
Om fasta längder inte är specificerade levereras profilerna i fallande längder. Intervaller och toleranser skall då överenskommas mellan köpare och leverantör.



Formtoleranser

Rakhet

Rakhetstoleransen *H* ska inte överstiga 1,5 mm/meter profil, dvs. 6 mm avvikelse för en 4 m profillängd. Lokal avvikelse *h* får inte överstiga 0,6 mm/300 mm.



Avvikelse från rakhet, *H* och *h*, skall mätas enligt figur ovan med profilen placerad på ett horisontellt underlag så att egenvikten minskar avvikelsen.

Konvexitet – konkavitet

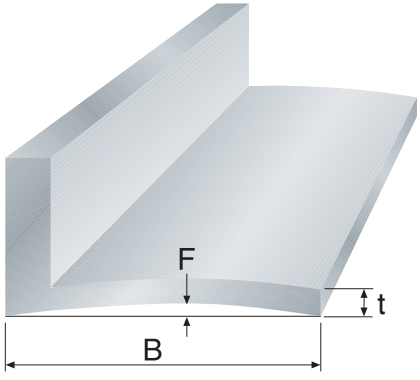
Tabell 8 – Toleranser för konvexitet – konkavitet

Mått i mm.

Bredd *B*		Avvikelse *F*		
		Hålprofil*		Solid profil
Över	Upp till och med	Väggtjocklek *t* ≤ 5	Väggtjocklek *t* > 5	
–	30	0,30	0,20	0,20
30	60	0,40	0,30	0,30
60	100	0,60	0,40	0,40
100	150	0,90	0,60	0,60
150	200	1,2	0,80	0,80
200	300	1,8	1,2	1,2
300	400	2,4	1,6	1,6
400	500	3,0	2,0	2,0

** Vid varierande väggtjocklek skall minsta väggtjocklek användas.*

Vid bredder *B* över 150 mm skall lokala avvikelser inte överstiga 0,7 mm/100 mm.



Konvexitet – konkavitet skall mätas enligt figur ovan med profilen placerad på ett horisontellt underlag så att egenvikten minskar avvikelsen.

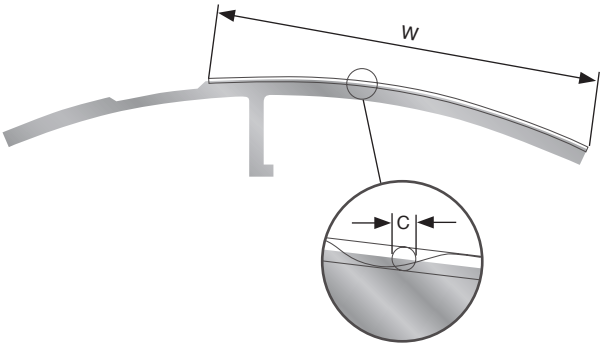
Kontur

För profiler med krökt kontur, skall inte avvikelsen från en teoretiskt riktig linje, definierad på ritning, vara större än tolerans *C* i tabellen. Alla punkter på konturen ska vara inom ett toleransområde definierat som två parallella linjer som tangentiellt täcker in en cirkel med diameter *C* med dess centrum i den teoretiskt riktiga kurvan.

Tabell 9 – Toleranser för kontur

Mått i mm.

Bredd kontur *W*		Konturtolerans = diameter *C* i toleranscirkeln
Över	Upp till och med	
–	30	0,30
30	60	0,50
60	90	0,70
90	120	1,0
120	150	1,2
150	200	1,5
200	250	2,0
250	300	2,5
300	400	3,0
400	500	3,5
500	800	4,0



Konturtoleranser kan kontrolleras genom mallar eller genom att placera profilen på ritning med konturtoleranserna inlagda.

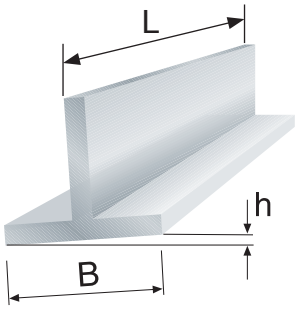
Vridning

Vridningstoleranser är en funktion av profilbredd *B* och profillängd *L* enligt tabell nedan.

Tabell 10 – Toleranser för vridning

Mått i mm.

Bredd *B*		Vridningstolerans *h* för längden *L*		
			På total profillängd *L*	
Över	Upp till och med	Per 1000*	Över 1000 och inkluderat 6000	Över 6000
–	30	1,2	2,5	3,0
30	50	1,5	3,0	4,0
50	100	2,0	3,5	5,0
100	200	2,5	5,0	7,0
200	300	2,5	6,0	8,0
300	450	3,0	8,0	1,5 x L *(L i meter)*



Vridningen *h* mäts genom att profilen placeras på ett plant underlag där profilens egenvikten minskar avvikelsen. Maximalt avstånd mellan vilken som helst punkt längs längden mäts mellan profilens bottenyta och underlaget.

** Vridningstoleranser för längder minder än 1000 mm skall överenskommas mellan köpare och leverantör.*

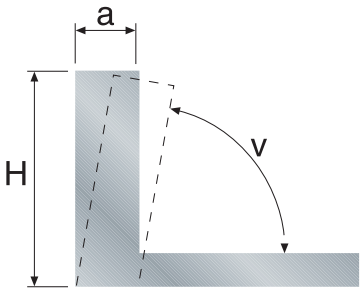
Vinkel

Vinkeltoleranser för räta vinklar gäller enligt tabellen nedan som en funkton av mått *H*.

Tabell 11 – Vinkeltolerans för räta vinklar

Mått i mm.

Bredd *H*		Maximal avvikelse *a* från rät vinkel
Över	Upp till och med	
–	30	0,4
30	50	0,7
50	80	1,0
80	120	1,4
120	180	2,0
180	240	2,6
240	300	3,1
300	400	3,5



Vinkeltoleranser vid andra vinklar *v* än räta viklar gäller ± 1°.

** Vikeltoleranser för profiler med H över 400 mm skall överenskommas mellan köpare och leverantör.*

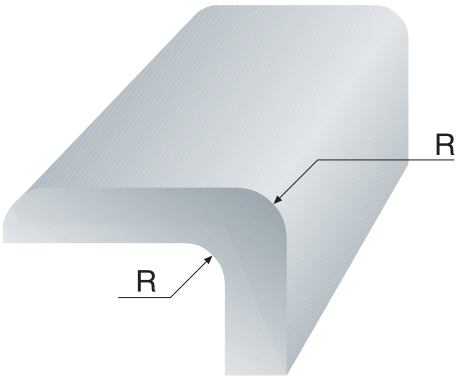
Hörn- och hålkälsradier

Vid specifierade radier gäller toleranser enligt tabellen nedan.

Tabell 12 – Maximal tillåten avvikelse från specificerade hörn- och hålkälsradier

Mått i mm.

Angiven radie	Maximal tillåten avvikelse från angiven radie
≤ 5	± 0,5 mm
> 5	± 10 %



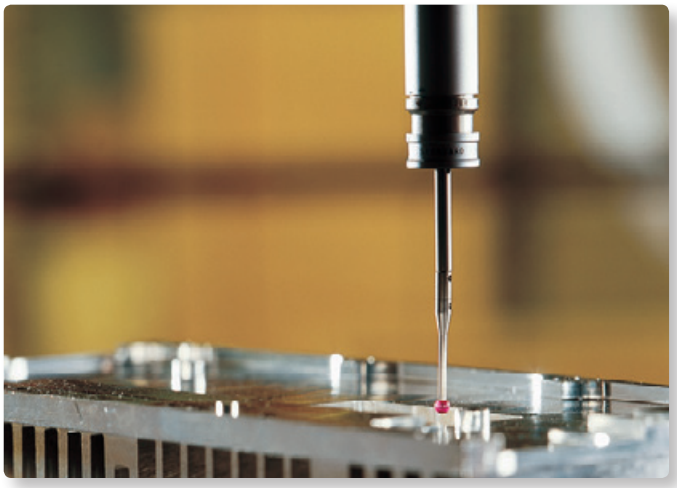
CEN – europeiska standardiseringsorganisationen

CEN:s medlemmar är de nationella standardiseringsorganisationerna i Belgien, Bulgarien, Cypern, Danmark, Estland, Finland, Frankrike, Grekland, Holland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Makedonien, Malta, Norge, Polen, Portugal, Rumänien, Schweiz, Slovakien, Slovenien, Spanien, Storbritannien, Sverige, Tjeckien, Turkiet, Tyskland, Ungern och Österrike. ***www.cen.eu***

Utdraget ovan publiceras med tillstånd av SIS Förlag. Utdraget baseras på SS-EN 755-9. De kompletta normerna kan köpas från SIS Förlag AB, kundtjänst: sis.sales@sis.se
Alla rättigheter att utnyttja materialet över hela världen, oavsett form eller på vilket sätt det sker, tillhör CEN:s nationella medlemmar.

Bearbetningstoleranser

För bearbetning tillämpar Hydal toleranser enligt SS-ISO 2768 – 1 Medel.



Inom ramen för vårt kvalitetssäkringssystem ISO 9001 genomgår vår profil- och komponenttillverkning regelbundna kvalitets- och toleranskontroller.

Utgiven av Hydal Aluminium Profiler.
De tekniska upplysningarna och anvisningarna i denna bok är av generell art.
Hydal lämnar i och med denna publikation inga garantier och påtar sig inget ansvar för användningen av informationen i olika konkreta situationer.
Det åligger läsaren själv att verifiera om informationen är riktig och användbar och eventuellt konsultera Hydal eller andra sakkunniga innan informationen används i konkreta sammanhang.

Inforema AB / Originalbyrån i Växjö AB. 2014.10 | Revidering 2019.10 hsreklam.se



Till Din Tjänst!

Kontakta oss eller besök vår hemsida
www.hydal.se för information om närmaste distriktssäljare,
vår kundservice eller tekniska support.

HYDAL
ALUMINIUM
PROFILER

Hydal Aluminium Profiler AB
Box 236, SE-574 23 VETLANDA · Tel: +46 (0)383-76 39 40 · hapab@hydal.com · www.hydal.se