

Innhold

GENERELL DEL

Forord	2
Fra usannsynlig til selvsagt	3
Her brukes aluminiumprofiler ...	4
RA – din samarbeids- partner	6
Utforsk vår verdikjede.....	8
Det grønne metall	10
Aluminiums egenskaper	11
Profilproduksjon.....	12
Konstruksjon og design	12
Ekstrudering	12
Verktøy.....	14
Overflatebehandling.....	15
Videreforedling	16
Pakking.....	17
Gjenvinning.....	17
Å samarbeide med RA.....	18
Hva du bør tenke over ved bestilling av profiler	19



TEKNISK DEL

Legeringer	22
Egenskaper	23
Legeringsoversikt	24
Korrosjon	25
Profiltyper.....	28
Profilstørrelser.....	29
Design og Konstruksjon	30
Jevn godstykkelse	30
Avrundede former.....	30
Symmetri	30
Omskrevet sirkeldiameter.....	30
Enklest er best.....	31
Kjøleprofiler	31
Riller	31
Minste godstykkelse/OSD	31
Gapmål	31
Sammenføyning.....	33
Skruespor	33
Skrueforbindelser	35
Klipssammenføyning	36
Profil i profil.....	38
Hengsel	38
Sammenvalsing	38
Skjøting.....	39
Sammansatte profiler	39
Hjørneforbindelser	39
Stuking.....	39
Nagling	40
Sammenføyning med andre materialer	40
Liming	41
Sveising	44
- materialeegenskaper	44
- MIG-, TIG-sveising.....	46
- profilutforming for sveising	46
- Friction Stir Welding.....	47
Bearbeiding	48
Sponfraskillende bearbeiding	48
- saging	48
- grading	49
- fresing	49
- boring	49
- dreining	50
- gjenging	50
- stansing.....	51
- varmeisolasjon	51
Plastisk forming	52
Overflatebehandling.....	53
Metoder for overflate- behandling	53
Mekanisk overflatebehandling	54
- polering	54
- tromling	54
- sliping	54
Elektrokjemisk overflate- behandling	55
- anodisering	55
- fargeanodisering	56
Organisk overflatebehandling.....	56
- lakkering og pulverbelegging ...	56
- silketrykk	57
- foliering	57
Overflatekriterier	59
Profiltoleranser	59
Legeringsgrupper	59
Måltoleranser.....	60
Toleranser veggtykkelser.....	61
Lengdetoleranser.....	62
Formtoleranser	62
Bearbeidingstoleranser.....	64



Innledning

Vår profilhåndbok er skrevet for deg som yrkesmessig arbeider innenfor områder som berører utvikling av gamle og nye produkter i aluminium.

Boken er delt opp i to deler: først en generell del som gir en oversikt over våre virksomhetsområder og våre produkter, så en utdypende teknisk del. Den tekniske delen gir deg mer detaljert informasjon om bl.a. legeringer, konstruksjon, bearbeiding og overflatebehandling, til hjelp i idé- og utviklingsarbeidet.

Profilhåndboken er ment som en kilde til kunnskap og inspirasjon. Her presenterer vi de viktigste fakta

om aluminiumprofiler og deres muligheter som konstruksjonsmateriale. Når du har fått en idé hjelper vi deg gjerne videre.

Sammen kan vi virkeliggjøre funksjonelle, kostnadseffektive og lønnsomme profil- og produktløsninger!

Hele vår organisasjon står til tjeneste for å gi deg både service og profilsupport.





Fra usannsynlig til selvsagt

Auminium blir med rette kalt ”mulighetenes materiale” og er i dag det mest brukte metallet etter stål. Få andre materialer kan framvise en så unik kombinasjon av egenskaper som gjør at det kan benyttes i tilnærmet alle konstruksjonssituasjoner og bruksområder: stor styrke og lav vekt, god termisk og elektrisk ledningsevne, enestående formbarhet, god korrosjonsmotstand og flott finish. Best av alt, aluminium kan lett gjenvinnes, gang på gang og med et minimum av opprinnelig energibehov.

Kreativ design

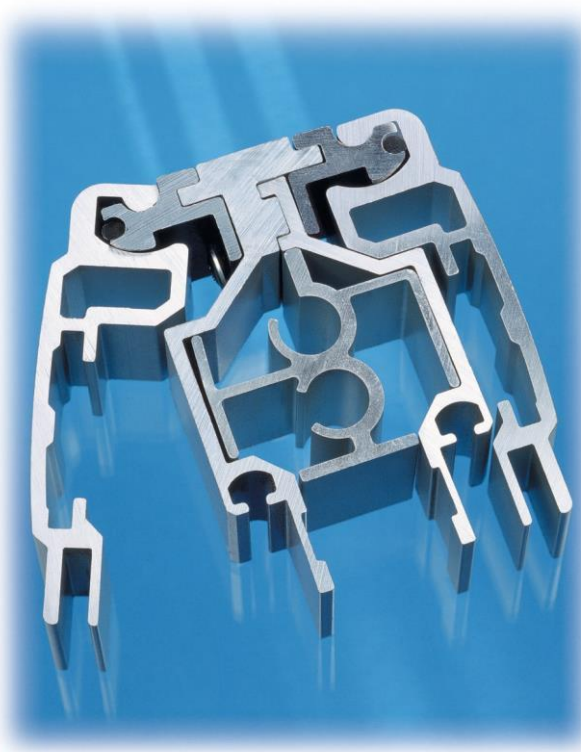
Aluminiumprofiler blir framstilt ved ekstrudering. En teknikk som gir nesten ubegrensede muligheter til å tilpasse utformingen etter behov, og til å integre funksjoner som reduserer kostnadene ved et lavere antall detaljer, mindre bearbeiding og enklere montering. Aluminiumprofiler gir forutsetninger for og inspirasjon til mer kreativ design og tekniske løsninger som er bedre, enklere og rimeligere.

Tøyer grensene

Bruken av aluminiumprofiler er i sterk økning verden over, på stadig nye anvendelsesområder. Med aluminiumprofiler som konstruksjonsmateriale er det mulig å tenke i nye baner og tøye grensene for hva som er mulig. For bare noen tiår siden var det nesten utenkelig å lage stiger av aluminium og lasteplan av aluminiumprofiler var en umulighet. Byggkomponenter som f.eks. vinduer av aluminium var vanskelige å forestille seg, og det var ikke praktisk gjennomførbart å lage store bærende konstruksjoner av aluminiumprofiler.

I dag er disse produktene ikke bare en virkelighet, de er en del av hverdagslivet og en nødvendighet for funksjon, levetid, energibesparing og god økonomi.

Med aluminiumprofiler kommer vi til å fortsette å revolusjonere vår måte å utvikle og nærme oss nye konstruksjoner og produktløsninger. Vår profilhåndbok vil gi deg inspirasjon og vi inviterer deg til, sammen med oss, å tøye grensene for det som er mulig med aluminiumprofiler.





Her brukes aluminiumprofiler

Aluminiumprofiler blir benyttet i så å si alle bransjer, produkter og miljøer. En liten rundtur i hverdagen vår gir gode eksempler.

Bil, buss, tog, fly, lastebil, båt.

Bruken av aluminiumprofiler i transportsektoren øker raskt. Her kommer alle de gode egenskapene til aluminium særlig godt til sin rett gjennom muligheten til å skape sterke og lette konstruksjoner med lang levetid og god korrosjonsmotstand. Hvert kilo mindre vekt øker lasteevnen og reduserer drivstofforbruket.

Datamaskin, skriver, fjernsyn, video, elektronikkskap.

Frontpaneler, rammer og kjølelementer er ofte laget av aluminiumprofiler. Noen av argumentene for aluminium i disse produktene er: integrerte funksjoner i profilene som

reduserer antall komponenter og gir lettere montering og komponenttilkobling, samt flott finish og god varmeledningsevne.

Kjøleskap, fryser, komfyr, kjøkkeninnredning.

Bæreelementer, håndtak, lister og kjølelementer er eksempler på aluminiumprofiler som vi finner i produkter på kjøkkenet. Her blir det satt pris på at aluminiumprofiler har flott finish, er lette å holde rene, er slitesterke og har lav vekt.

Fotballmål, tennisracket, golftralle.

Her er det elastisiteten, kombinasjonen av styrke og lav vekt, formbarheten og finishen som er avgjørende.

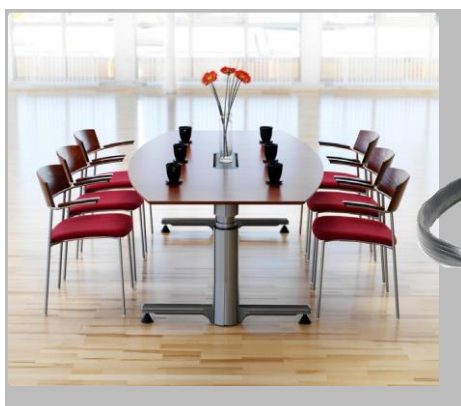
Vindu, dør, fasade.

Egenskaper som stor styrke og lav vekt, høy stabilitet, minimalt vedlikehold og lang levetid taler for å velge byggkomponenter i aluminium. Byggebransjen er en av de største forbrukerne av aluminiumprofiler.



Konferansesal, interiør, møbler, belysning.

Rammen til konferansetavlen, opphengslister, bordramme og – bein, lamper og lamperister er eksempler på interiørdetaljer laget av aluminiumprofiler. Styrke, lav vekt, formbarhet og flott finish er de egenskapene ved aluminiumprofiler som betyr mest for disse produktene.





Listen er endeløs... vi kunne ha presentert mange flere eksempler. Kanskje finnes snart ditt produkt blant eksemplene?

Utviklingspartner og totalleverandør

Raufoss Aluminium er en ledende leverandør av ekstruderte, bearbejdede og overflatebehandlede aluminiumprofiler og komponenter. Vi leverer aluminiumprofiler til de fleste bransjer. Våre hovedmarkeder er Norge og Sverige.

Vi vil kombinere vår oppgave som leverandør av løsninger basert på aluminiumprofiler og viderereforedlede komponenter med rollen som aktiv samarbeidspartner når det gjelder design, produktutvikling og konstruksjon.

Vi skal bistå våre oppdragsgivere i arbeidet med å realisere konkurransedyktige profilløsninger som tilsvarer kravene på funksjon, presisjon og økonomi.

Raufoss Aluminium består av to enheter i Norge og Sverige med stor samlet kompetanse når det gjelder produksjon, bearbejding,

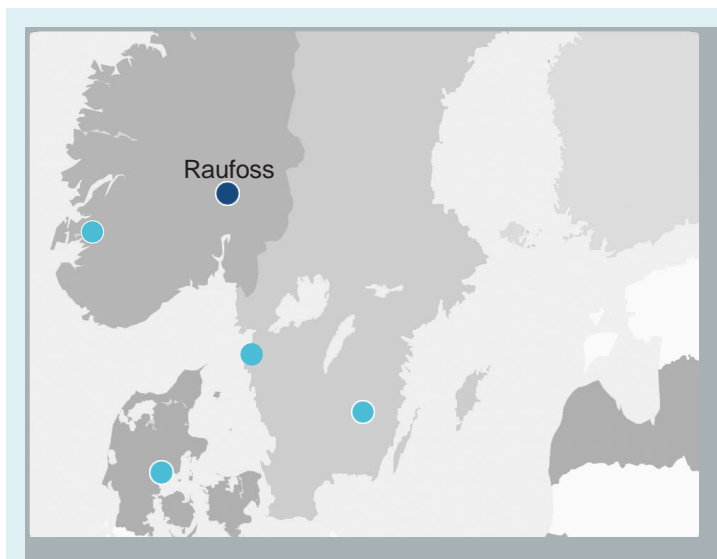
overflatebehandling og salg av aluminiumprofiler.

Vi er en liten og fleksibel organisasjon med lang og solid markedsforankring og kundeerfaring. Vi har omfattende ressurser for teknisk service, ekstrudering, overflatebehandling og bearbejding. Vi er sertifisert i henhold til ISO/TS 16949 og ISO 14001.

I RA har du en samarbeidspartner med enkle og raske kontaktveier, lokal tilstedeværelse og høy fokus på kvalitet og leveringssikkerhet.

Til sammen former vi dine konkurransedyktige løsninger og konstruksjoner basert på aluminiumprofiler.

Fra idé till ferdig produkt!



På Raufoss finner du produksjon, salg og teknisk support. Her produserer vi aluminiumprofiler fra tre forskjellige presser. Anodisering og bearbejding skjer også her.

I Vetlanda i Sverige finnes vårt salgskontor for Sverige.

- Raufoss Aluminium
- Hydal Group/Bytrans/Hydal Components

Fra ide til ferdig produkt

**Hydal
Group**

**Raufoss
Aluminium**

**Hydal
Components**

Hytrans

Raufoss Aluminium (RA) inngår i Hydal Group som består av tre selskap rettet mot utvikling, konstruksjon og produksjon av profiler og komponenter i aluminium.





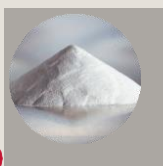
Aluminiums verdikjede

Fra utvinning av bauxitt til produksjon av alumina og primæraluminium. Framstilling av pressbolt, ekstrudering, tilvirkning av komponenter og gjenvinning. Aluminiums verdikjede.



Produksjon av primæraluminium

I smelteverk produseres ren aluminium fra alumina gjennom smelteelektrolyse. Katoder av kull i bunnen på elektrolysecellene fungerer som elektroder. Anodene, som også består av kull, forbrukes når de reagerer med syre i aluminat og danner CO₂. Flytende aluminium tappes fra cellene og støpes til standard, plate- eller pressbolt avhengig av den kommende tilvirkningen.



a

Alumina



c

Elkraft

Elektrolyseprosessen anvender betydelige mengder av elkraft, 13 kWh/kg aluminium i dagens mest moderne smelteverk. Drøyt 2/3 av energien våre leverandører bruker ved fremstilling av aluminium kommer fra fornybar vannkraft.



b

Bauxitt

a [Alumina]

Aluminiumoksid, eller alumina, produseres gjennom å raffinere bauxitt som er den viktigste råvaren ved produksjon av alumina.

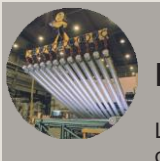
b [Bauxitt]

Aluminium er den 3. mest forekommende bestanddel i jordskorpen og finnes i ulike metaller, inklusive bauxitt. Forekomstene ligger for det meste i et belte rundt ekvator.

c [Effektiv ressursbenyttelse]

Kontinuerlig utvikling finner sted for å redusere den effekten som produksjon av primæraluminium har på miljø, gode resultater har blitt nådd. Utslipp fra produksjon samt forbruk av ressurser og energi har avtatt.

→ LONDON METAL EXCHANGE (LME)



Foredler metallens egenskaper

Legeringer dannes ved at metallens egenskaper tilpasses produksjon og framtidige anvendelser gjennom tilsetninger av små mengder andre metaller. I støperier omdannes nytt og omsmeltet aluminium til pressbolt, støpelegeringer og valseblokker. Aluminiums fantastiske formbarhet og dets lave smeltepunkt innebærer at aluminium kan formes på ulike sett for å møte konstruksjonskrav i sluttproduktene.



Omsmelting



Ekstruderte profiler

Ekstruderte aluminiumprodukter har mange anvendingsområder i bransjer som bil-, transport-, og byggingdustrien.

d

[Høy grad av gjenvinning]

Omsmelting av aluminium krever lite energi og mindre enn 3% av metallet forsvinner under prosessen. Kun 5% av den opprinnelige energien ved produksjon av primæraluminium kreves for å gjenvinne aluminium.



Gjenvinning

d

Kunde → Sluttforbrukere



Et økologisk helhetssyn

Aluminium blir ofte kalt det grønne metall. Aluminium gir forutsetninger for å skape miljøvennlige produktløsninger. Disse reduserer vekt og energiforbruk, reduserer vedlikehold og øker holdbarheten. I tillegg er aluminium rimelig å gjenvinne uten at egenskapene svekkes!



Virksomhet bygger på et økologisk helhetssyn som strekker seg fra utvinning av bauxitt og til gjenvinning. Dette syn preger hele produksjonslinjen, det innebærer ansvar og engasjement for en skånsom framstilling av råvarer, reduserte utslipp og mer effektivt energibruk.

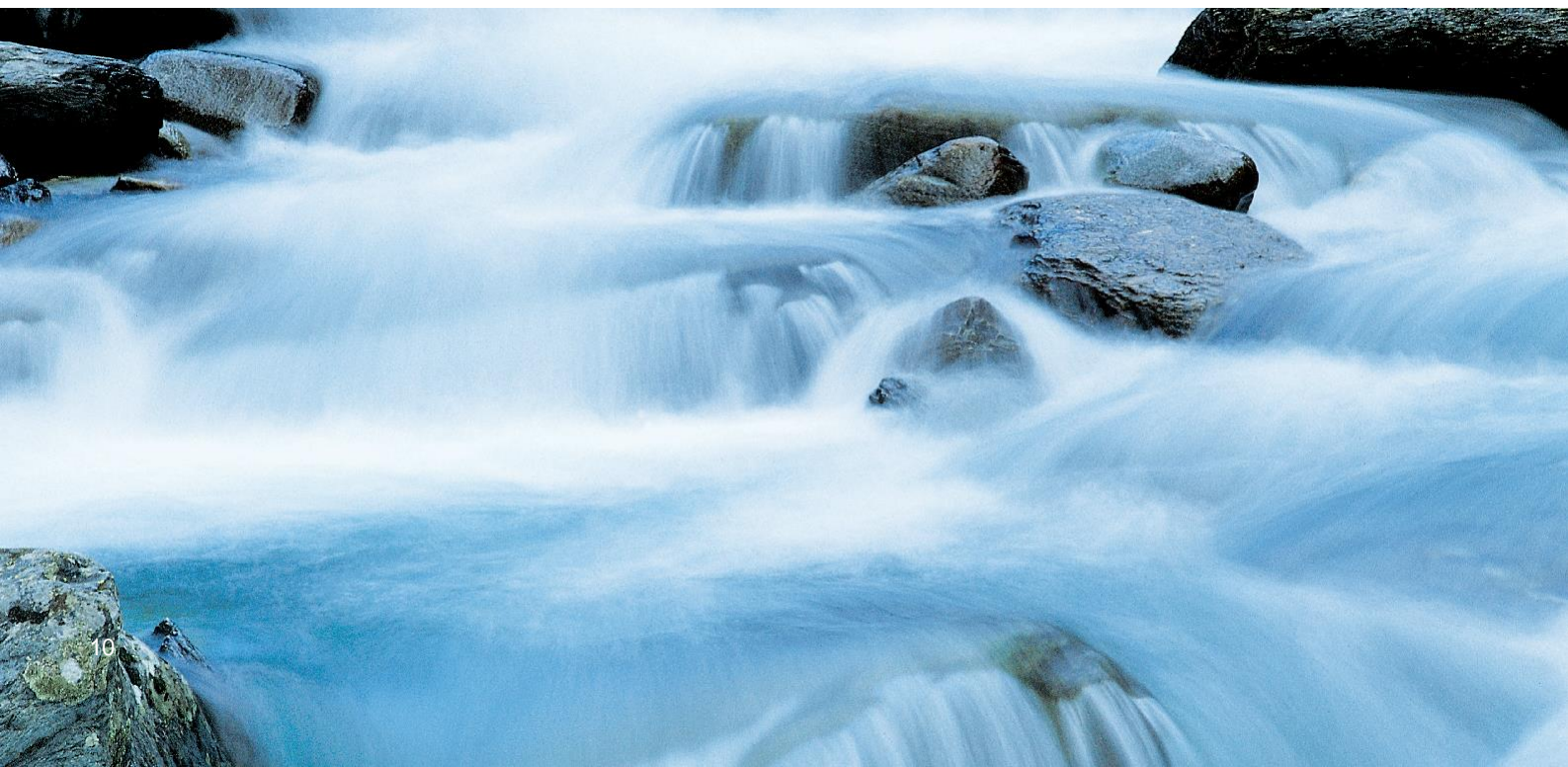
Vår virksomhet er en del av et system hvor alt vrak fra prosessene blir sortert, gjenvunnet og brukt på nytt. Alt metallvrak går til

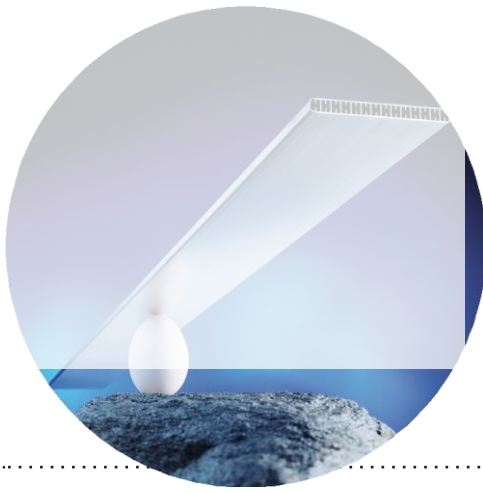
omsmeltning og benyttes på nytt ved ekstrudering.

Gjennom stadig forbedrede og mer effektive produksjonsprosesser, reduserte utslipp og sterkt miljøfokus, har vi skapt et godt og sikkert miljø i våre produksjonsenheter og deres nærmiljø.

Med et økologisk helhetssyn samarbeider vi med våre kunder i arbeidet for å framstille bedre, mer miljøvennlige og økonomiske sluttprodukter. I en verden som strever

etter varsomt ressursforbruk og økt klima- og miljøbevissthet blir våre produkter basert på aluminium en meget viktig del av løsningen!





Aluminiums egenskaper

Aluminium har en unik og uslåelig kombinasjon av egenskaper som gjør det til et allsidig og attraktivt konstruksjonsmateriale.

Vekt

Aluminium er lett og veier bare 1/3 av det stål veier. Tettheten er 2,7kg/dm³.

Styrke

Aluminium er sterkt med en strekkfasthet på mellom 70 og 700 MPa, avhengig av legering og produksjonsprosess.

Profilen i riktig legering og med riktig utforming kan oppnå samme styrke som konstruksjonsstål.

Elastisitetsmodul

Elastisitetsmodulen hos aluminium er en tredjedel av stålets (E=69.000 MPa). Det betyr at treghetsmomentet må være tre ganger så stort for en aluminiumprofil for å få samme styrke mot nedbøying som en stålprofil.

Formbarhet

Aluminium er meget formbart, en egenskap som utnyttes optimalt ved ekstrudering. Aluminium kan også støpes, trekkes og valsles.

Bearbeiding

Aluminium er meget lett å bearbeide, og vanlige verktøymaskiner kan benyttes ved bl.a. sponfraskillende bearbeiding.

Aluminium er også velegnet for plastisk bearbeiding i både varm og kald tilstand.

Sammenføyning

Aluminium kan sammenføyes ved hjelp av de vanligste metodene som sveising, lodding, liming og nagling.

Korrosjonsmotstand

Når aluminium kommer i kontakt med oksygen dannes et tynt oksidsjikt som gir god beskyttelse mot korrosjon, også i utsatte miljøer. Korrosjonsmotstanden kan forsterkes ved overflatebehandling som anodisering eller lakkering.

Ledningsevne

Den termiske og elektriske ledningsevnen er svært god selv

sammenlignet med kobber. En aluminiumleder veier dessuten bare halvparten av en likeverdig kobberleder.

Lengdeutvidelse

Aluminium har en forholdsvis høy lengdeutvidelseskoeffisient sammenlignet med andre metaller. Under konstruering må man ta hensyn til differanser i lengdeutvidelsen.

Ikke giftig

Aluminium er ikke giftig og egner seg derfor godt til bl.a. oppbevaring og tilberedning av mat.

Refleksjon

Aluminium har god refleksjonsevne for både lys og varme.



Aluminiums fysiske egenskaper sammenlignet med noen vanlige konstruksjonsmaterialer

	Aluminium	Kobber	Stål 371	Plast
Styrke/bruddstyrke N/mm ²	250	250	400	50
Formbarhet/bruddforlengelse %	15	25	20	25
Stivhet E, elastisitetsmodul MPa	69.000	125.000	210.000	3.000
Tetthet kg/dm ³	2,7	8,9	7,8	1,4
Smeltepunkt °C	660	1080	1500	80
Anvendelig i temperaturområdet °C	-250-150	-200-300	-50-500	-50-80
Elektrisk ledningsevne m/Ohm-mm ²	29	55	7	-
Varmeledningsevne W/m °C	200	400	76	0,15
Lengdeutvidelseskoeffisient x10 ⁻⁶ /°C	24	17	12	60-100
Umagnetisk	Ja	Ja	Nei	Ja
Sveisbar	Ja	Ja	Ja	Ja



Profilframstilling

Konstruksjon og Design

Hele produksjonsprosessen begynner ved tegnebordet. Her får profilen sin utforming, her integrerer man ønskede funksjoner for enklere sammenføyning, minimal bearbeiding og lettere montering. Her utnytter man alle fordelene ved aluminium og ekstruderings-teknikken for å skape et produkt med optimal funksjon, utseende og totaløkonomi.

Vi har ressurser for å hjelpe deg i konstruksjons- og utviklingsfasen. Våre avdelinger for teknisk kundeservice, produktutvikling og industridesign hjelper deg med pro-

filutforming, funksjons- og produksjonstilpasning. Vi kan også bistå med forslag til markeds- og brukertilpasset formgivning samt funksjonelle og miljøvennlige løsninger.

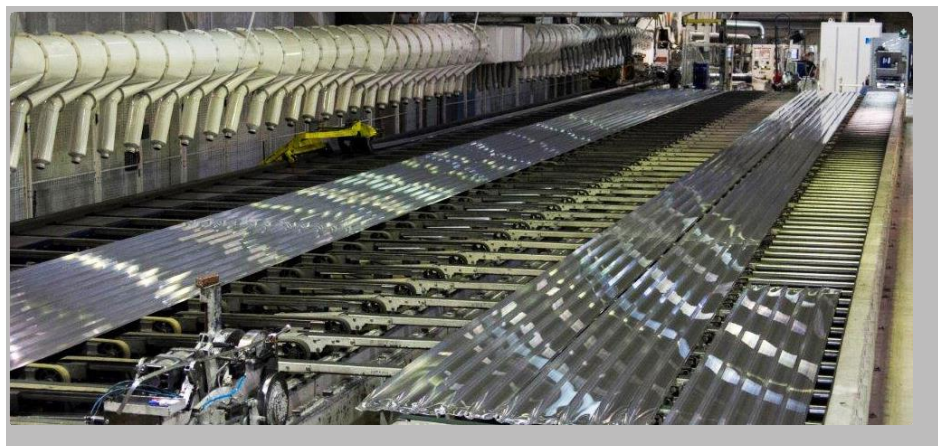
I vårt avanserte 3-dimensjonale DAK-miljø kan vi skape dine profil-løsninger, teste bearbeidingsmoment og sammenføynings-løsninger. Alt uten å produsere verktøy og prototyper.



Ekstruder- dering

Materiale

Utgangsmaterialet for ekstruderte aluminiumprofiler er pressbolt som framstilles enten av primeraluminium, resirkulert aluminium eller kombinasjoner av disse. Pressbolt støpes i lengder på ca 7 meter og leveres i en rekke ulike legeringer og dimensjoner, tilpasset de aktuelle krav og behov. Pressbolt har hos Raufoss Aluminium en diameter på 152-305 mm og kappes med presisjonssager ned til brukslengder på 200 - 1500 mm, tilpasset ekstruderingspressen og den ferdige profilens lengde.



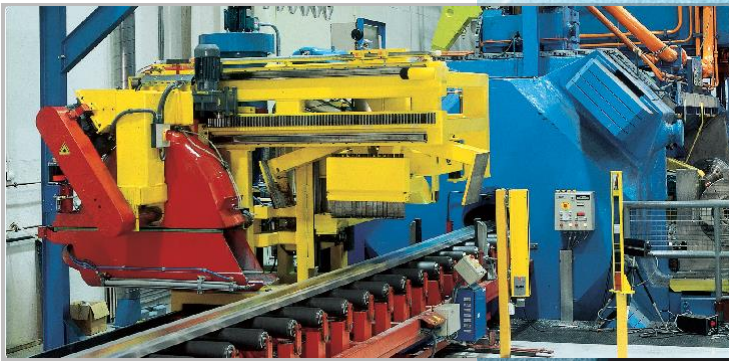
Den ekstruderte profilen føres ut på et kjølebord.

Ekstruder- ing

Ekstruder- ing innebærer at den oppvarmede aluminiumbolten (500°C) under høyt trykk (1200-7000 tonn avhengig av pressens størrelse) presses gjennom et profilverktøy.

Åpningen i verktøyet tilsvarer profilens tverrsnitt.

Ekstruderings-hastigheten er avhengig av legeringen og av hvor kompleks profilen er, men vanlig hastighet ligger mellom 5 og 100 m/min.



Ekstrudering skjer under høyt trykk, fra 1200 – 7000 tonn avhengig av pressenes størrelse.

Ekstrudering forts.

Hoveddelene i pressen er containeren der pressboltene blir utsatt for trykk, hovedsylinderen med stempel som skyver pressemenet gjennom containeren og verktøyet. Når den ekstruderte profilen kommer ut av verktøyet, føres den ut på et utløps- og kjølebord hvor den blir avkjølt ved hjelp av luft eller vann, avhengig av profilens størrelse, form, legering og ønskede egenskaper. For å få rette profiler og utløse eventuelle spenninger i materialet foretas en strekking av profilene. Deretter kappes de i passende lengder og sendes videre til utherding. Herdningen foregår i en herdeovn i typisk 5 timer ved en temperatur på ca. 200°C. Deretter foretas en sluttkontroll, og profilene er klare til videre bearbeiding eller forsendelse til kunde.



Oppvarmet pressbolt presses gjennom et profilverktøy. Verktøyets åpning tilsvarer profilens tverrsnitt.

Massive profiler eller hulprofiler

Profilverktøyene deles inn i to hovedtyper: verktøy for massive profiler og verktøy for hulprofiler. Verktøyet for massive profiler består av en flat skive. Hulverktøyet består av to deler der doren som lager hulet sitter på en bro. Metallstrømmen deler seg over broen før den blir forent igjen. Den andre verktøydelen gir profilens utvendige form.

Inntil 16 profiler – avhengig av størrelse – kan ekstruderes i et og

samme verktøy med tilsvarende antall hul.

Verktøyene er laget av varmeherdet stål og verktøy-åpningene lages ved hjelp av en tråderosjonsprosess som kontrolleres av CNC-maskiner.

Lave kostnader

Kostnadene for ekstruderingsverktøy er betydelig lavere enn for verktøy til andre tradisjonelle konstruksjonsmaterialer og produksjonsmetoder. Kostnadene varierer med profilens størrelse og type. De lave verktøykostnadene gjør

ekstruderingssteknikken interessant også for utarbeidelse av prøver og prototyper.



Verktøy til hullprofil



Massive profiler.



Overflate- behandling

Allerede som ekstrudert profil har aluminium en pen og ren overflate med god korrosjonsmotstand. For å øke overflatens motstand mot korrosjon og mekanisk slitasje og for å gi den et dekorativt utseende eller på annen måte endre overflatens egenskaper, finnes det flere typer overflatebehandling.

Overflatebehandling omfatter:

- Anodisering
- Pulverlakkering
- Mekanisk overflatebehandling

Anodisering

Anodisering er en elektrokjemisk prosess gjør oksidlaget på aluminiumoverflaten tykkere. Under prosessen blir profilen senket ned i en elektrolytt, blir utsatt for elektrisk strøm og fungerer som anode i den elektriske kretsen. Mens det naturlige oksidlaget bare er 0,02 µm tykt, blir det etter anodiseringen mellom 5 og 25 µm, avhengig av ønskede produkttegenskaper. Med anodisering kan man velge å beholde aluminiumets

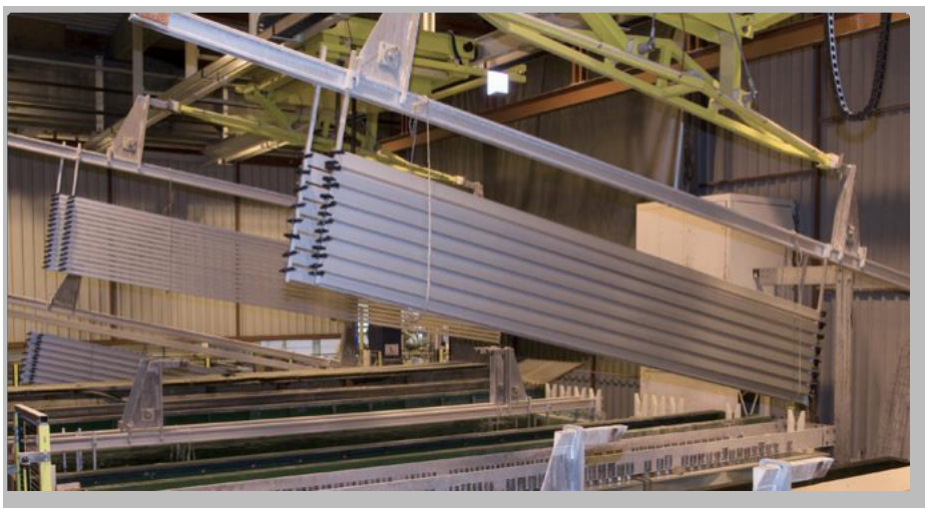
naturlige farge (naturanodisering) eller velge blant en lang rekke innfargingsalternativer. Anodiseringen foregår i et lukket system med minimale utslipp til omgivelsene og er derfor en miljøvennlig form for overflatebehandling.

Pulverlakkering

Pulverlakkering kan utføres i et tilnærmet ubegrenset antall farger og gir god korrosjonsbeskyttelse.

Andre typer overflatebehandling

Andre overflatebehandlingsmetoder er bl.a. silketrykk og foliering. Sliping, polering og tromling er eksempler på mekanisk overflatebehandling.





Bearbeiding

Allerede i konstruksjonsfasen kan man lage en profilutforming som gir minimalt behov for bearbeiding og som sikrer en effektiv montering. Ofte er det likevel nødvendig med en eller annen form for videreforedling.

Takket være sin formbarhet egner aluminium og aluminiumprofiler seg utmerket til alle typer bearbeiding. Mesteparten av våre profilleveranser gjennomgår en eller annen form for bearbeiding, for eksempel overflatebehandling eller sponfraskillende bearbeiding. Vårt komplette program for videreforedling, via interne eller eksterne ressurser, omfatter bl.a:

Sponfraskillende bearbeiding

- kapping
- grading
- boring
- dreining
- fresing
- gjenging
- stansing

Sammenføyning

- sveising
- liming
- skruing
- nagling
- stukning

Plastisk forming

- bøying

Raufoss Aluminium – en sterk ressurs i din virksomhet!

Vi tilbyr maskinering fra moderne og avanserte CNC-styrte flerakse- og fleroperationsmaskiner også for bearbeiding av lange lengder. Disse er spesial-maskiner som gir muligheter for rasjonell bearbeiding med høy presisjonsgrad.

Vi har komplette ressurser for å levere profiler i eksakt utførelse, form og størrelse for å passe til ditt sluttprodukt.

Les mer om mulighetene og teknikken under "Bearbeiding", Teknisk del side 48.





Pakking og transport

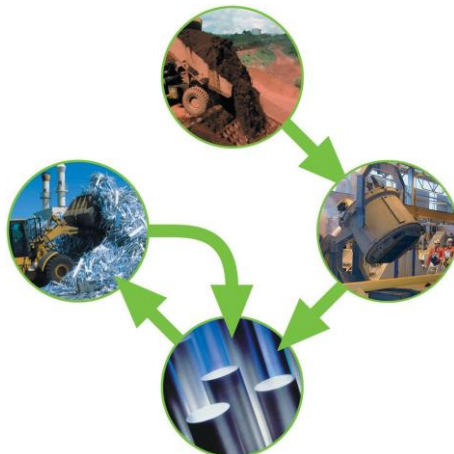
Vi benytter mange ulike pakkemetoder. Sammen med kunden kommer vi fram til hvilke løsninger som passer best for de aktuelle profilene og behovene. Målet er å unngå unødvendige kostnader og å skape de beste forutsetninger for sikre og skadefrie miljøvennlige transporter. Vanlige former for pakking omfatter;

- buntet
- på pall
- i kartong



Gjenvinning

Aluminium er lett å gjenvinne og omsmelting krever bare en brøkdel av det energiforbruk som trengs ved framstilling av primæraluminium.



I et produkts livsløps analyse gir det positive effekter og bidrar til mindre miljøpåvirkning.

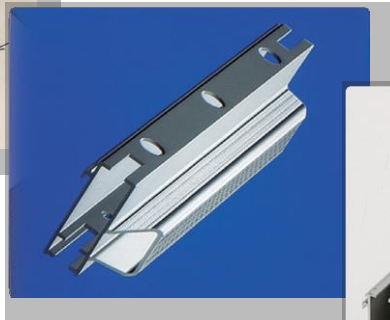
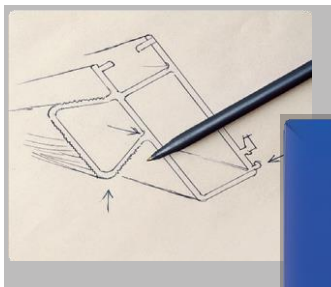
I Raufoss Aluminium gjenvinner vi alt aluminiumskrap for ny benyttelse i vår framstillingsprosess.

Vi kan bistå deg i utviklingen av et eget gjenvinningssystem.



Å samarbeide med Raufoss Aluminium

Vi er til for å virkeliggjøre profilløsninger som tilfredsstillende dine krav til funksjon, kvalitet, presisjon og økonomi. Jo tidligere vi kommer inn i utviklingsprosessen, desto bedre kan du utnytte vår erfaring, kompetanse og ressurser. Her gir vi en kort innføring som vil gjøre det lettere for deg å planlegge dine profiler og ta en første kontakt med oss i RA.



Salg og kundeservice

Å komme i kontakt med vår salg- og utviklingsavdeling går fort og effektivt. Kontakt våre kontorer eller besøk vår hjemmeside for nærmere informasjon om vår organisasjon.

Er det mulig å ekstrudere en båtshake?

Kan produktet mitt lages i aluminium? Er det mulig å ekstrudere en båtshake? Vi svarer selvfølgelig mer enn gjerne på spørsmål du måtte ha om aluminium og aluminiumprofiler, også på et tidlig stadium. Sjansen er da større for at vi kommer på

rett spor helt fra begynnelsen av. Ta gjerne kontakt!

Hjelp ved tegning, produktutvikling, design, konstruksjon?

Du har en idé eller kanskje en grov skisse, men vet ikke helt hvordan du skal komme videre. Eller kanskje du har en tegning som burde optimaliseres. Ring oss så får vi fart på idéene!

Hva koster det?

Allerede i idéfasen kan vi gi deg en pekepinn om kostnaden for profil-

verktøy og produksjon, bearbeiding og overflatebehandling. Ring oss så forteller vi mer.

Lag en sjekkliste!

Jo mer forberedt du er når du tar kontakt med oss, desto bedre råd kan vi gi deg. Lag en sjekkliste, inkluder følgende punkter:

Bruksområde (innen- eller utendørs)

Funksjon (hvordan skal profilen benyttes)

Materialegenskaper (stor eller liten, massiv eller hullprofil)

Design (synlig eller skjult)

Overflatebehandling (anodisert eller lakkert)

Toleranser og bruksmønster

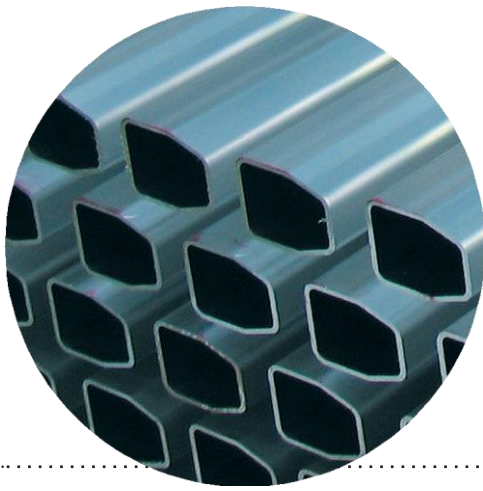
Pakking (hvordan skal din profil leveres?)

Avhengig av ditt produkt, det finnes sikkert andre faktorer som må overveies. Studer Profilhåndboken for flere ideer og kontakt oss gjerne. Vi hjelper deg med en helhetlig løsning.

Gode relasjoner

Gode og langvarige relasjoner til våre kunder er av stor betydning for oss. Ved å bli godt kjent med deg, dine krav og ditt produkt får vi større muligheter til å nå våre felles mål.





Hva du bør tenke over ved bestilling av profiler

Vår Profilhåndbok gir deg mange variabler å ta stilling til når det gjelder utforming og konstruksjon av aluminiumprofiler. Hver enkelt har betydning for både funksjon og totaløkonomi.

Teknisk samarbeid

Vi i RA ønsker å kombinere oppgaven som profilleverandør med rollen som aktiv samarbeids- og utviklingspartner.

Ta gjerne kontakt med oss på et tidlig stadium slik at vi sammen kan utarbeide en profilløsning som er optimal med henblikk på funksjon og økonomi.

One-stop-shop

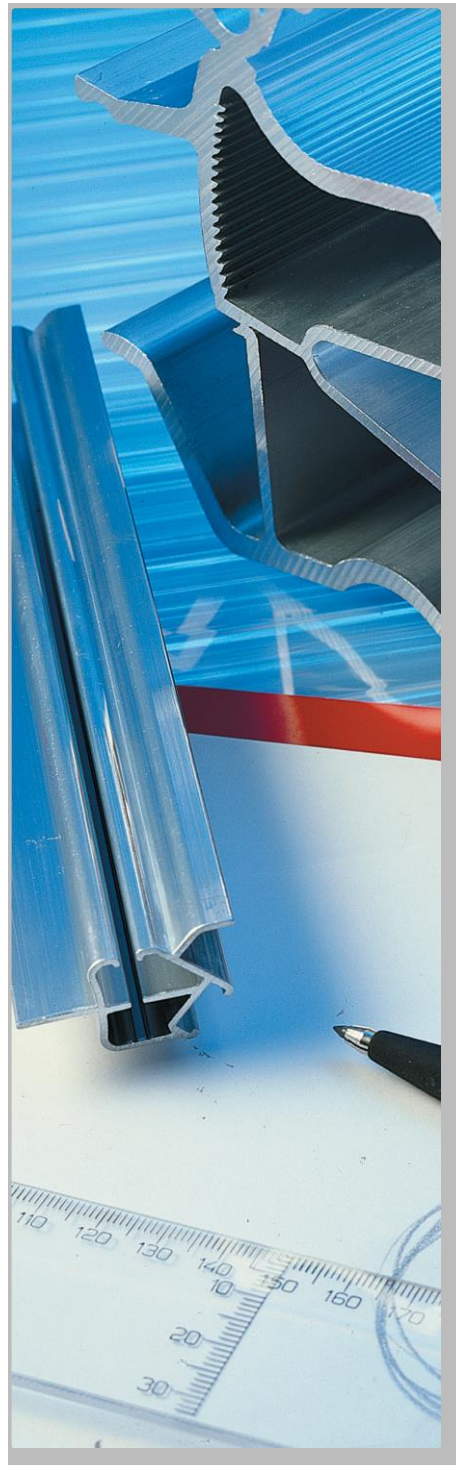
Ved å utnytte RA spesialkompetanse frigjør du ressurser i din egen bedrift. I RA har du en samarbeidspartner med totalansvar som kan oppfylle alle dine krav til bearbeiding, lakkering og overflatebehandling - rasjonelt, tidsbesparende og økonomisk.

Legering

Vi hjelper deg å velge legering ut fra hvilke egenskaper og funksjonsområder du ønsker at produktet skal ha. Høylegerte aluminiumkvaliteter er dyrere og vanskeligere å ekstrudere.

Optimal utforming

Studér rådene i håndboken. Kreativ profildesign med integrerte funk-



sjoner gjør neste ledd enklere og rimeligere.

Materialoptimalisering

Også en profil med høye krav til styrke kan med kreativ utforming material-optimaliseres. Plassér godset der det er påkrevd og ikke gjør profilen tyngre og dyrere enn nødvendig!

Overflatekrav

Ikke alle profiloverflater må være av toppkvalitet. En profil i en innebygd konstruksjon trenger ikke å oppfylle samme overflatekrav som en profil til f.eks. et frontpanel i et elektronikkskap. Rett overflatekrav for rett bruksområde reduserer kostnadene!

Bearbeiding

Stadig flere profiler bearbeides etter ekstrudering for å bli videreforedlet til ferdige detaljer eller produktkomponenter.

Allerede i designfasen kan man imidlertid redusere behovet for bearbeiding. Likeledes kan man utforme, tilpasse og forberede profiler med tanke på senere bearbeiding. Det gir en rasjonell og kostnadseffektiv produksjon.

Rett mengde

Optimaliser dine bestillinger/profilforsendelser. Små volum gir høyere kostnader.

Gjenvinning

Aluminium er en verdifull råvare. Vi gjenvinner alt vårt prosesskrapp. Vi kan og være behjelpelige i utviklingen av systemer for effektiv gjenvinning av din skrap andel i din prosess.

Kapasiteter og innhold fabrikk

Kapasiteter vekt profil: 0,08 – 30 kg/m

Kapasiteter lengde profil: <1 – 14 m

Kapasiteter bredde profiler: 4 – 500+ mm

Kapasiteter høyde profiler: 4 – 270 mm

Kapasitet legeringer: 20 legeringstyper
1xxx – 6xxx – 7xxx

Total presse kapasitet: >30 000 Tonn

Utherdingsanlegg

Anodiseringsanlegg

Lakkanlegg

Bearbeidingsenheter – Saging og CNC

Vi er sertifisert i henhold til IATF 16949 og ISO 14001. Med disse standardene har vi skapt de nødvendige forutsetninger for å oppfylle våre kunders krav til funksjon, kvalitet, presisjon og økonomi.

Vi kan levere produkter som er klassifisert fra 3. part selskaper. Eks: DNVGL, Rina, Lloyds, ABS.

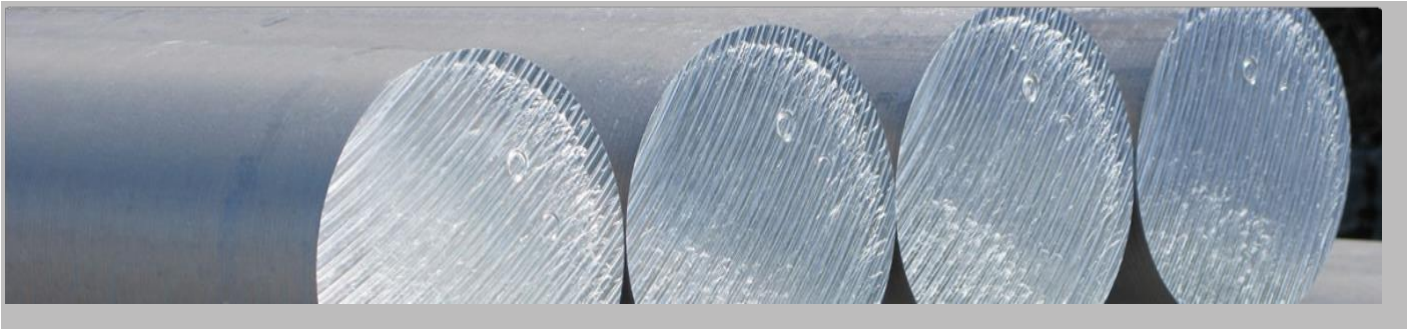
Analyse, verk og Norsok – sertifikat kan også leveres for å dokumentere egenskaper på produktene.

Alle ubehandlede og anodiserte aluminiumprofiler oppfyller kravene iht. direktivet 2011/65/EU (RoHS) og lovgivningen relatert til 1907/2006/EU (REACH).



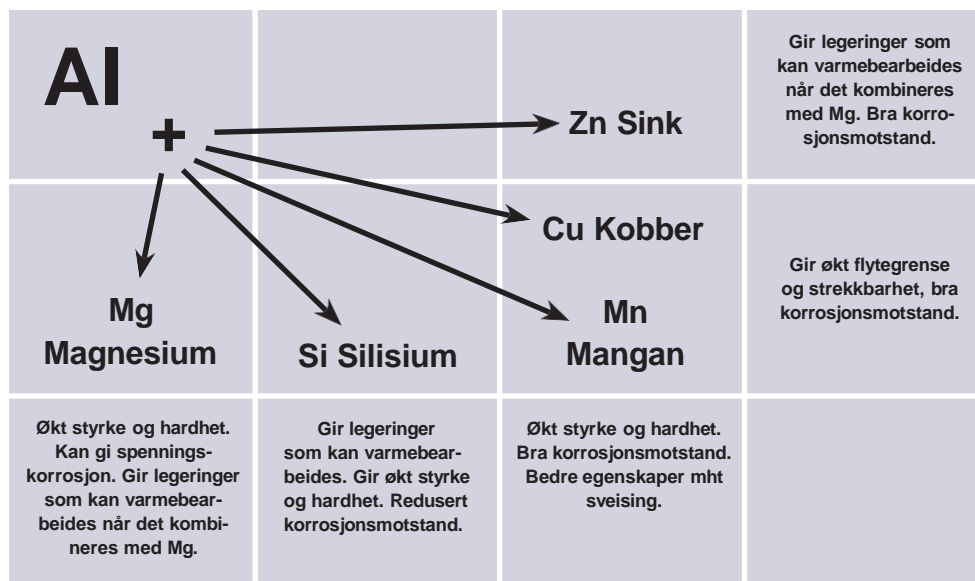
Teknisk del

Legeringer



Valg av materiale er et kritisk punkt i all produktutvikling. Aluminium gjør det mulig å gi produktet varierende fysiske og mekaniske egenskaper og et estetisk fordelaktig utseende. Dessuten tilbyr ekstruderingsprosessen, kombinert med riktig legering og riktig varmebehandling, uendelig mange anvendelsesmuligheter og anledning til produktforbedringer.

Rent aluminium brukes en del kommersielt, men de fleste ekstruderte profiler er laget av aluminium som er leget med andre metaller. De vanligste legeringselementene er magnesium (Mg), silisium (Si), mangan (Mn), sink (Zn) og kobber (Cu). Deres andel av det ferdige metallet er vanligvis mellom 0,2 og 7,0%.



Egenskaper som oppnås i legering med ulike metaller.

Ekstrudering av aluminium foregår for det meste i legeringer med følgende seriebetegnelse:

- 1000-serien – Al
- 6000-serien – Al + Mg + Si
- 7000-serien – Al + Zn + Mg

1000-serien er ikke-varmeherdbare legeringer. Legeringene har god termisk og elektrisk ledningsevne og anvendes i applikasjoner relatert til dette. Den mekaniske styrken er forholdsvis lav.

6000- og 7000-seriene er varmeherdbare legeringer.

Disse er de mest brukte legeringstypene ved ekstrudering og har et variert spekter av bruksområder.

6000-serien gir ekstruderbare profiler og kan innherdes direkte fra ekstruderingsstemperatur. Legeringene har dessuten middels til høy styrke, god sveisbarhet og god korrosjonsmotstand, også i marine miljøer. Storparten av ekstrudert gods for bærende konstruksjoner er framstilt i disse kvalitetene. De benyttes som bærende konstruksjoner både på land og i marine miljøer.

Legering 6060 har middels styrke og er lett ekstru-

derbar selv ved kompliserte tverrsnittsformer. Legerings-typen er den mest brukte til aluminiumprofiler. Den er lett formbar ved bøying i uherdet tilstand. Typiske bruksområder er vindus- og dørprofiler, lysarmaturer, markiser, rekkverk og møbelfprofiler.

Materialet er godt egnet for anodisering, både til dekorativt og beskyttende formål.

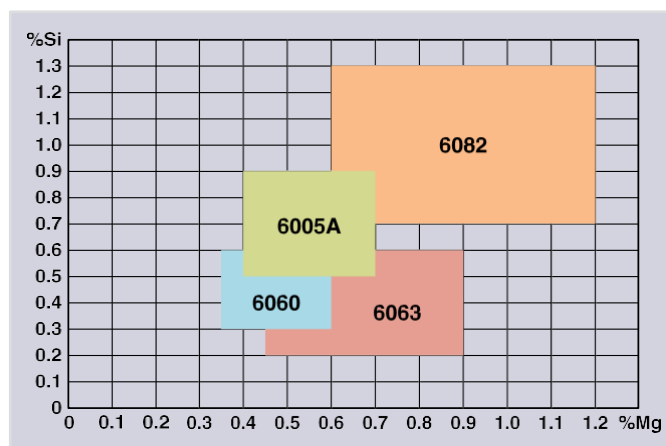
Legering 6063 har noe større fasthet enn 6060, men er også marginalt vanskeligere å ekstrudere i kompliserte tverrsnitt. Bruksområdene er til stor del de samme som for 6060. Materialet er godt egnet for anodisering, både for dekorativt og beskyttende formål.

Legering 6005 har høyere fasthet enn 6063 men er noe tyngre å ekstrudere, særlig i mer kompliserte tverrsnitt. Materialet tåler forholdsvis liten forlengelse før varig deformasjon i varmeutherdet tilstand. Legeringen er mer utsatt for interkrystallinsk korrosjon enn 6060, 6063 og 6082. Materialet egner seg godt til anodisering til beskyttende formål, mens overflatekvaliteten gjør materialet mindre egnet til dekorative formål.

Legering 6082 har høy styrke og er godt ekstruderbar i ikke kompliserte tverrsnitt. Legeringen benyttes i høyt påkjente konstruksjoner både i bygg, skip, transportmateriell, plattformer, master, bruer, stillas og lignende. Materialet er egnet til anodisering til beskyttende formål.

7000-serien har høyest styrke av de mest brukte konstruksjonslegeringene. 7000-legeringene er godt sveisbare og får mindre fasthetsreduksjon i sveisesonen enn legeringer i 6000-serien. Korrosjonsmotstanden og formbarheten er imidlertid ikke så god som for legeringer i 6000-serien, men tilsetning av små mengder Zr, Cr eller Mn kan rette på noe av dette. Legeringene benyttes bl.a. i bildeler, flycontainere, sykkel-rammer og hurtigbåter.

Legering 7108 har høy styrke og god utmatningsfasthet, men har begrenset ekstruderbarhet og formbarhet. Legeringen kan være utsatt for spenningskorrosjon i soner der det er store strekkspenninger.



Innholdet av magnesium og silisium i forskjellige 6000-legeringer kan i visse tilfeller overlape hverandre (se diagram over). Forskjellige legeringer kan derfor komponeres med fokus på optimal funksjonstilpasning og produserbarhet. Denne prosessen er kontinuerlig, og vi har i dag ulike varianter av de nevnte legeringstypene som er tilpasset spesielle forutsetninger.

Eksempler Tilstandsbetegnelser

F	Varmekstrudert og avkjølt i luft
T4	Materialet blir innherdet ved oppløsningstemperatur og deretter kaldutherdet ved 20°C til en stabil tilstand, 5-10 dager
T6 (T5)	Materialet blir innherdet ved oppløsningstemperatur (450-530°C) og deretter varmeutherdet. Profiler i 6000-serien får gjerne betegnelsen T6 selv om ekstruderingsstemperaturen kan ligge noe under ideell oppløsnings-temperatur. Dette er T5.

Spesielle materialegenskaper kan oppnås ved spesiell varmeutherding. Eksempelvis kan lengre herdetider gi lavere fasthet, men til gjengjeld større seighet og i noen tilfeller økt korrosjonsmotstand.

Motstanden mot spenningskorrosjon kan økes noe ved overelding. Sveising bør kun skje i mindre belastede soner. Legeringen benyttes i høyt påkjente konstruksjoner i bygninger, bruer og transportmateriell. Materialet er egnet for anodisering til beskyttende formål.

Temperatur – mekaniske egenskaper

Bruk av aluminium ved høye temperaturer må vurderes spesielt. Allerede ved temperaturer over 100°C kan mekaniske egenskaper endres betydelig, spesielt der materialet er varmeherdet eller kaldbearbeidet.

Generelt bør legeringene 6060, 6063, 6005 og 6082 ikke brukes strukturelt ved temperaturer over 100°C. Ved økende temperatur reduseres strekkfastheten og slagseigheten, mens forlengelse ved brudd generelt øker. Merk at forholdet vil avhenge av legering, temperatur og tid. Hvis konstruktøren ikke kjenner de eksakte temperaturegenskapene til en gitt legering, kan det antas som et utgangspunkt at egenskaper som trykk-, skjær- og utmatningsfasthet varierer proporsjonalt med strekkfastheten.

Egenskaper ved lav temperatur

I motsetning til stål blir ikke aluminiumlegeringer sprø ved lave temperaturer. Faktisk øker styrken samtidig som duktilitet og slagseighet opprettholdes ved temperatur under romtemperatur. Ved fallende temperatur, under 0°C, øker flytegrensen og strekkfastheten i aluminiumlegeringer.

Legeringsoversikt

EN 755-2 (Europeisk standard)*							Fysikaliske egenskaper						
HAP beteckning	Legering	Tilstand	Veggtykkelse mm	Rp _{0,2} (Mpa)	R _m (Mpa)	A _{50mm} (%) min.	Brinell hårdhet, HB	Tetthet	Elastisitetmodul (GPa)	Utvidelsekoeffisient (1/K)	Termisk lednings-evne	Elektrisk lednings-evne	Smeltepunkt
1050 F	EN AW-1050A [Al 99,5]	F	Alle	20	60	23	20	2700	69	24 10 ⁻⁶	229	62	645–658
6060 T4	EN AW-6060 [Al MgSi]	T4	Alle	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} – Flytespenning A – Bruddforlengelse (EN 755)

R_m – Bruddspenning

* motsvarer norsk standard NS EN 755-2

HAP kan også tilby andre 7xxx varianter på forespørsel

Forholdet mellom noen kjente metoder for hardhetstesting.

Brinell	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110
Vickers	46	51	56	61	66	71	76	82	87	92	98	103	109	115
Rockwell 'F'	36	46	54	61	67	71	76	79	82	85	87	89	91	–
Rockwell 'E'	47	55	62	68	72	77	80	83	86	88	90	92	94	96
Rockwell 'B'	–	–	–	–	12	23	32	39	45	50	55	60	63	66
Rockwell 'K'	–	15	25	34	41	48	53	58	62	66	70	73	76	78
Webster	5	7	9	10	11	12	13	13-14	14-15	15	15-16	16	16-17	17
	Hardness number													

Korrosjon



En av hovedgrunnene til å velge aluminium som konstruksjonsmateriale er den gode korrosjonsmotstanden. Selv om aluminium er et kjemisk meget aktivt metall, blir det stabili-

sert ved at det så å si umiddelbart dannes en beskyttende oksidfilm når en nydannet aluminiumoverflate kommer i kontakt med oksygen.

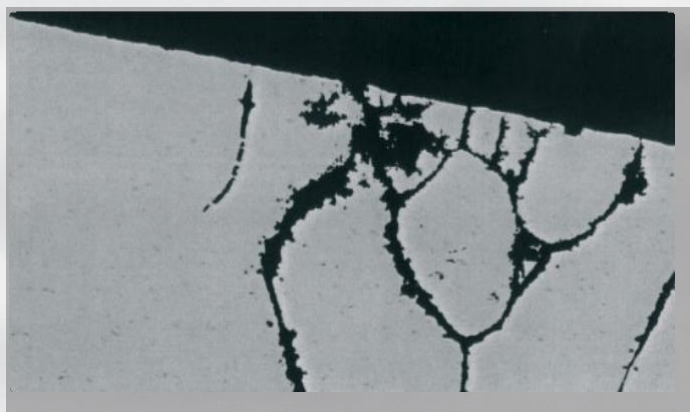
Oksidfilmen er svært tynn – 0,02 μm – og meget hard. Dersom oksidfilmen skades mekanisk, dannes det umiddelbart en ny. Oksidsjiktet er generelt stabilt i vannløsninger med pH-verdi mellom 4,5 og 8,5. Hvis pH-verdien overstiger disse grensene, eller hvis miljøet er klorholdig, bør man ta spesielle forholdsregler. De mest vanlige korrosjonstypene er:

Uniform korrosjon

Korrosjonen foregår jevnt over hele overflaten. Denne korrosjonsformen forekommer hovedsakelig i svært alkaliske eller sure miljøer der det er stor risiko for at oksidfilmen løses opp.

Gropkorrosjon

Gropkorrosjon er den vanligste formen for korrosjon og er karakterisert ved lokale diskontinuiteter i oksidlaget, dvs. lokalt redusert sjiktykkelse, sprekker, lokale konsentrasjoner av forurensinger/legeringselementer osv. Aluminium er følsom for gropkorrosjon når kloridioner er til stede (f.eks. sjøvann). Groper oppstår på svake steder i oksidsjiktet, f.eks. på steder med mekaniske skader. Korrosjonsangrepene er som regel svært små og påvirker ikke fastheten. De er snarest et estetisk problem. Riktig valg av legering og overflatebehandling f.eks. anodisering, lakkering, belegging med et anodisk sjikt (Zn), katodisk beskyttelse med offeranoder eller påtrykt strøm eller bruk av inhibitorer, er alle metoder som kan brukes for å begrense eller hindre gropkorrosjon. Regelmessig rengjøring anbefales, likeså ventilerings av tette konstruksjoner, og en profilutforming som unngår oppsamling av stillestående vann.



Korngrensekorrosjon

Denne korrosjonstypen er en selektiv korrosjon rundt kornene (på korn grensene) og i tilgrensende soner uten noen særlig angrep på selve kornene. Årsaken til korngrensekorrosjon er en forskjell i korrosjonspotensiale mellom korn grensene og selve kornene. På grunn av minimale mengder korrosjonsprodukter vil slik interkrystallinsk korrosjon være vanskelig å oppdage visuelt og enda vanskeligere ved bruk av vekttapsmålinger.

Dersom denne korrosjonsformen får utvikle seg, blir de mekaniske egenskapene kraftig svekket.

Legeringer i 6000-serien er generelt motstandsdyktige mot interkrystallinsk korrosjon, men er noe avhengig av kjemisk sammensetning. Rekrystallisert struktur sammen med høyt innhold av Si eller Cu kan gi korrosjon av denne typen.

Tilsats av Mn/Cr vil imidlertid hindre eller begrense rekrystallasjon. Interkrystallinsk korrosjon i legeringer fra 7000-serien er knyttet opp til MgZn-utfellinger som er svært anodiske i forhold til aluminium. Tiltak mot interkrystallinsk korrosjon vil være riktig valg av legering samt de tiltak som er nevnt under "Gropkorrosjon".

Spaltkorrosjon

Spaltkorrosjon kan oppstå i trange, væskefylte spalter. Bruk av tettingsmasse før sammenføyning kan hindre fukt fra å trenge inn. Med riktig profildesign er det mulig å minimalisere faren for spaltkorrosjon.

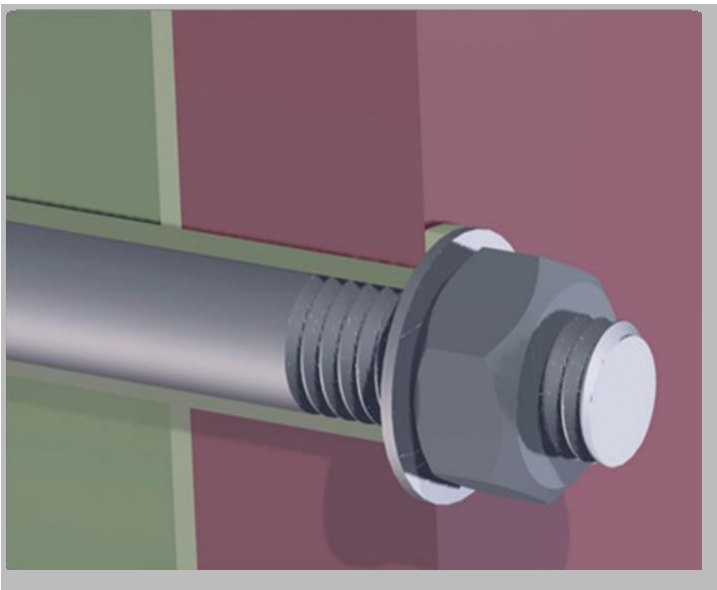
Vannflekker eller flekkvis misfarging er en variant av spaltkorrosjon som skyldes vann eller fuktighet som blir liggende mellom profiler som ligger tett stablet. Dette er en svært utbredt korrosjonsform som har ett utseende alt i fra regnbuemønster til hvite, grå eller brunsvarte flekker, avhengig av det aktuelle miljø. Vannflekker



fjernes vanligvis ved sliping eller lakkering. Ubehandlede profiler bør aldri lagres utendørs (selv om man benytter plasttrekk, pga. risiko for kondens). Lagring bør skje i lokaler med en relativ fuktighet på maks. 45% og en temperaturskjell på maks. +/- 5°C. Ved transport fra et kaldt til et varmt område bør temperaturen økes gradvis for å unngå kondens.

Galvanisk korrosjon

Når to metaller er i kontakt med hverandre og samtidig i kontakt med en korrosiv væske/elektrolytt (f.eks. sjøvann), vil korrosjonen øke på det minst edle materialet (anoden) og avta på det edleste (katoden). Økningen i korrosjon kalles galvanisk korrosjon. Siden aluminium er mindre edelt enn de fleste andre konstruksjonsmaterialer med unntak av sink, kadmium og magnesium, kan galvanisk korrosjon være et alvorlig problem for aluminium med mindre man tar hensyn til dette. Oksidsjiktets



beskyttende effekt kan ødelegges ved kontakt med et edlere metall. Dette vil være særlig alvorlig i miljøer med høye kloridkonsentrasjoner.

Galvanisk korrosjon kan unngås eller minimaliseres ved hjelp av følgende tiltak: Hvis mulig, unngå bruk av materialer som ligger langt fra aluminium i den galvaniske spenningsrekken for det aktuelle miljøet (med unntak av rustfritt stål).

Dersom dette ikke er praktisk mulig, må materialene isoleres elektrisk fra hverandre. Det er svært viktig å bruke isolasjonsmateriale med tilstrekkelig elektrisk motstand og å unngå metallisk kontakt i hele konstruksjonen.

Dette kan sjekkes ved hjelp av motstandsmåling (multimeter). Aluminium kan beskyttes ved hjelp av offeranoder. Det edleste materialet kan overflatebehandles med f.eks. et metallisk belegg (Al/Zn), organisk belegg (lakk, plast, gummi) eller spesialbelegg for skruer og bolter. Overflatebehandlingen må gjøres korrekt, dvs. man må aldri behandle kun det minst edle metallet. I så fall kan en skade i overflatebehandlingen medføre et meget ugunstig katode/anode-arealforhold (en stor katode i forhold til en liten anode fører til betydelig korrosjon).

Galvanisk korrosjon i kombinasjon med spaltkorrosjon kan føre til konsentrerte angrep. Det er derfor viktig å unngå at det blir stående væske i spalter mellom materialer av ulik edelhet. Unngå drypp fra edle materialer, f.eks. kobberrør. Oppløst kobber kan utfelles på aluminiumoverflaten og gi kraftig lokal korrosjon.

Filiformkorrosjon (FFC)

FFC skjer på passiverte overflater som f.eks. kromaterte og lakkerte materialer. Angrepet har trådformet karakter og skjer mellom aluminium og f.eks. en lakk, dvs. i den ytterste delen av aluminiumoverflaten. FFC starter vanligvis i skader, f.eks. i gjæringskjøt i det organiske sjiktet (f.eks. pulverlakk) og følger bestemte retninger, f.eks. ekstruderingsretningen. Ved å fjerne en del av overflaten, vil FFC elimineres/minimaliseres.



Det anbefales å fjerne 2g/m² ved kjemisk etsing (beising) etterfulgt av en nøye utført konversjonsbelegging (kromatering) og lakkering. Dette vil gi profiler i legering 6060/6063 god FFC-motstand.

Korrosjonsmotstand i ulike miljøer



Atmosfæren

I ren landatmosfære er korrosjonen ubetydelig. Også i svoveldioksidholdig luft er aluminium meget korrosjonsbestandig, men under visse forhold kan fargen bli noe mørkere eller mattere.

Vann

I stillestående vann kan punkttøring forekomme. Vannets sammensetning har her betydning. Dersom kobberioner, kalsium, klorid- og hydrogenkarbonationer er til stede, øker risikoen betraktelig. Regelmessig rengjøring og avtørring reduserer imidlertid risikoen. Det betyr at aluminium er velegnet til bl.a. kasseroller.

Sjøvann

I sjøvann har legeringer som inneholder silisium, magnesium og mangan god korrosjonsmotstand, mens man bør unngå kobberholdige legeringer.

Jord

Korrosjonsmotstanden i jord er i høy grad avhengig av jordens fuktighet og pH-verdi. Aluminiumflater i kontakt med jord kan med fordel behandles med et tykt lag asfalt, eller f.eks. en pulverlakk.

Syrer

De fleste uorganiske syrer er svært korrosive mot aluminium, med unntak av salpetersyre. Høy temperatur, høy syrekonsentrasjon og lav renhet hos aluminium gir betydelig høyere korrosjonshastighet.

Baser

Sterke baser er svært korrosive. Natriumhydroksid reagerer voldsomt med aluminium. I miljøer med pH-verdier mellom 9 og 11 kan korrosjonshastigheten reduseres ved hjelp av silikater. Våt mørtel har høy pH-verdi og er derfor korrosiv mot aluminiumlegeringer.

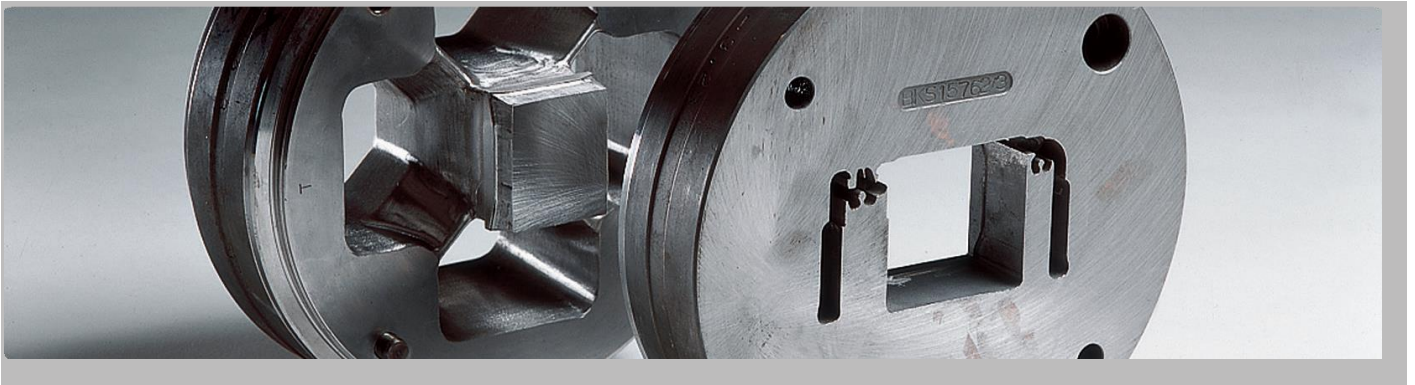
Organiske forbindelser

Aluminium er svært resistent mot de fleste organiske forbindelser. I kombinasjon med visse vannfrie væsker kan det imidlertid oppstå korrosjon.

Andre materialer

I praksis fører kontakt med andre materialer som regel til bare små korrosjonsproblemer. Det naturlige oksidsjiktet gir god beskyttelse.

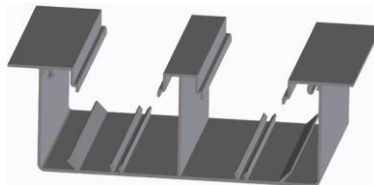
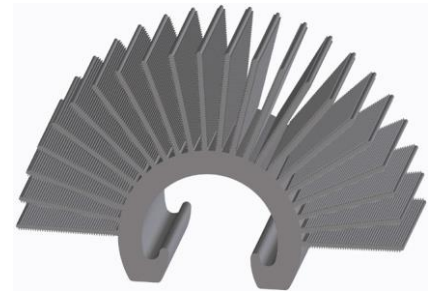
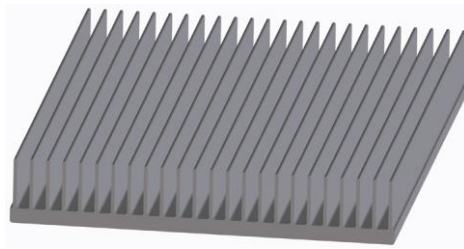
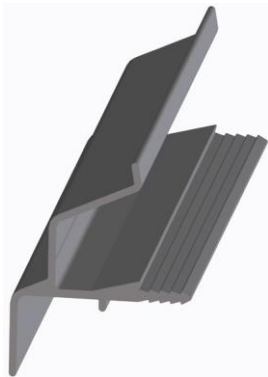
Profiltyper



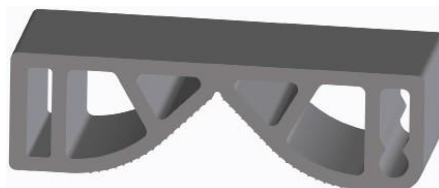
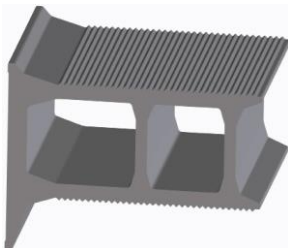
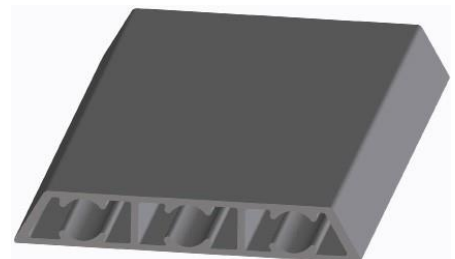
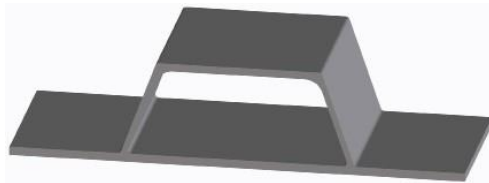
Vi skiller mellom to typer profiler:

- Massive profiler
- Hulprofiler

Massiv profil



Hulprofil



Profilstørrelser

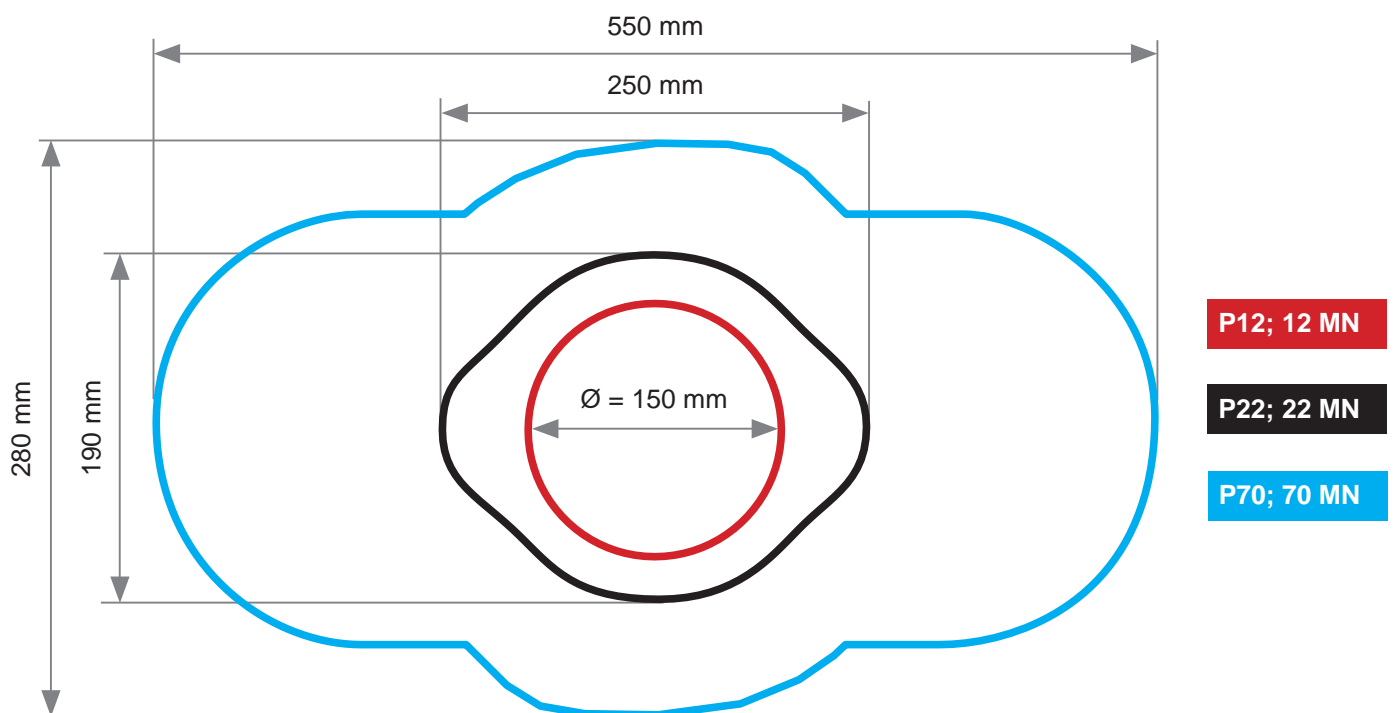


Omskreven sirkel diameter(OSD) er et mål på profilens størrelse og dermed avgjørende for godstykkelse, toleranser og pris. Nedenfor

angis med utgangspunkt fra OSD innen hvilke målegrenser RA har mulighet til å levere ekstruderte aluminiumprofiler etter.

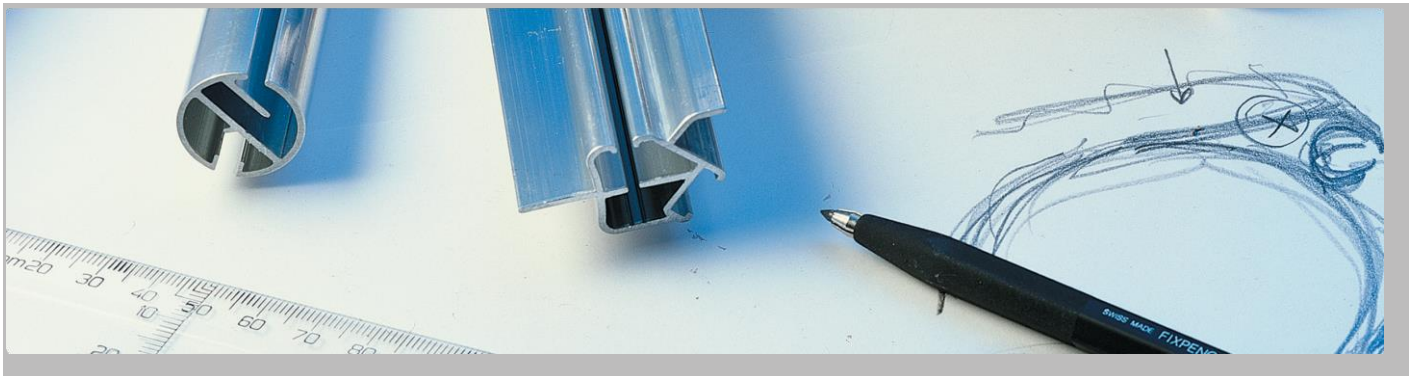
Diagrammet viser maks dimensjoner på profiler som kan presse på våre tre presser på 1.200, 2.200 og 7.000 tonn.

HAP presser profiler fra min vekt 80 g/m til maks ca 30 kg/m.



Den maksimale størrelsen kan variere avhengig av legering, godstykkelse, kompleksitet og toleranser. Vennligst kontakt oss ved behov for å definere grenseverdier.

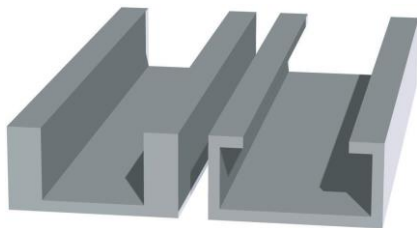
Design og Konstruksjon



Å bruke aluminiumprofiler som konstruksjonsmateriale gir deg som arbeider med utvikling og forbedring av både gamle og nye produkter nesten ubegrensede muligheter. Men for at sluttproduktet skal bli optimalt, er det ofte ønskelig og nødvendig å følge noen få generelle konstruksjonsprinsipper. Det vil

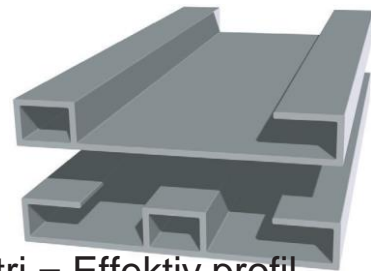
gjøre det mulig å oppnå bedre funksjon, styrke og stabilitet og økt pressbarhet og dermed føre til lavere produksjonskostnader og bedre totaløkonomi.

På de neste sidene presenterer vi informasjon til hjelp i ditt konstruksjonsarbeid.



Jevn godstykkelse = Effektiv profil

Jevn godstykkelse reduserer belastningen på verktøyet og minimaliserer risikoen for verktøybrudd. Kombinasjonen av stor og liten godstykkelse i samme profil er uheldig, fordi det oppstår flytforskjeller i verktøyet og delvis ujevn avkjøling. Dette kan gi strukturforskjeller på overflaten som vil være synlige selv etter anodisering. Jevn godstykkelse kan vi oppnå både ved å redusere og øke godstykkelsen i bestemte områder



Symmetri = Effektiv profil

Ved symmetrisk profilutforming oppnår en avbalansert flyt av materialet gjennom verktøyet samtidig med at belastningen på verktøyet er jevnt fordelt. Profilen får bedre formstabilitet, og risikoen for verktøybrudd reduseres vesentlig.



Avrundede former = Effektiv profil

Som hovedregel bør alle hjørner avrundes. Normale radier er fra 0,4 til 1,0 mm. Krever konstruksjonen derimot skarpe kanter og hjørner, er radius 0,2 mm det minste som kan framstilles.



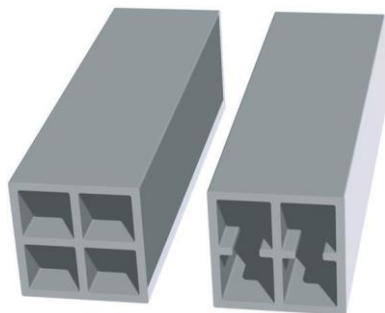
Omskrevet sirkeldiameter (OSD)

Forsøk alltid å redusere profilens OSD mest mulig. I tillegg til at profilen får bedre pressbarhet vil det som regel også gi lavere produksjons- og verktøykostnader.

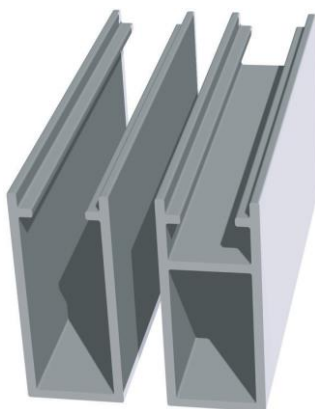
Enklest er best!

En forandring som verken har betydning for profilens funksjon eller utseende, men som

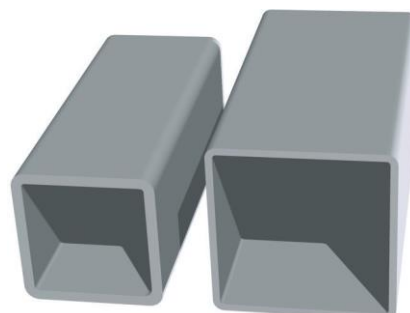
bedrer produksjonens hastighet og stabilitet, vil også gi lavere pris. Se eksemplene nedenfor.



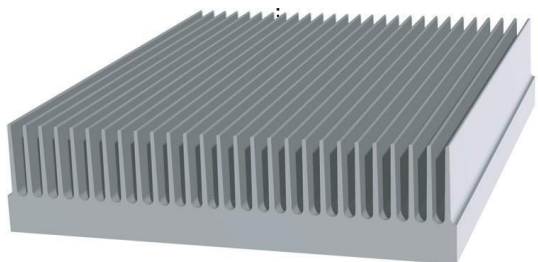
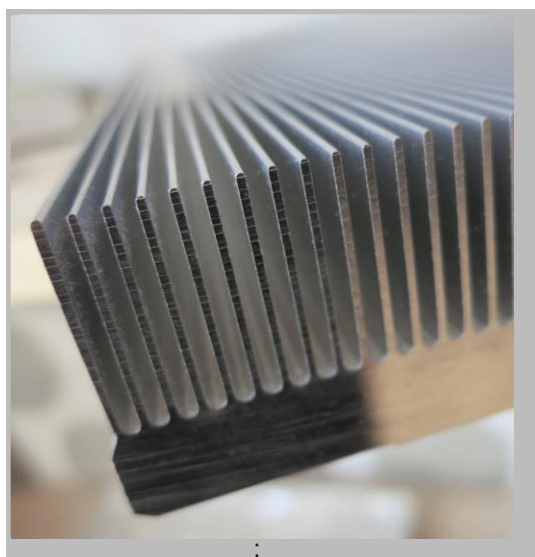
Færre hulrom gir mindre metallforbruk.



Overgang til hulprofil gir bedre dimensjonskontroll.

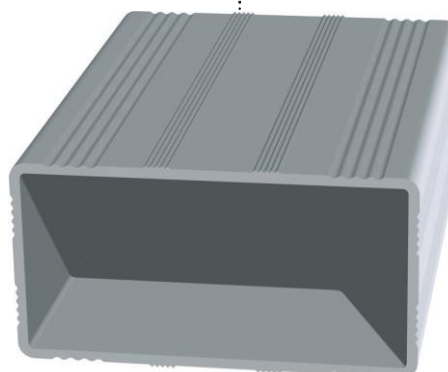


Økt størrelse kan gi lavere vekt og økt stivhet.



Kjøleprofiler

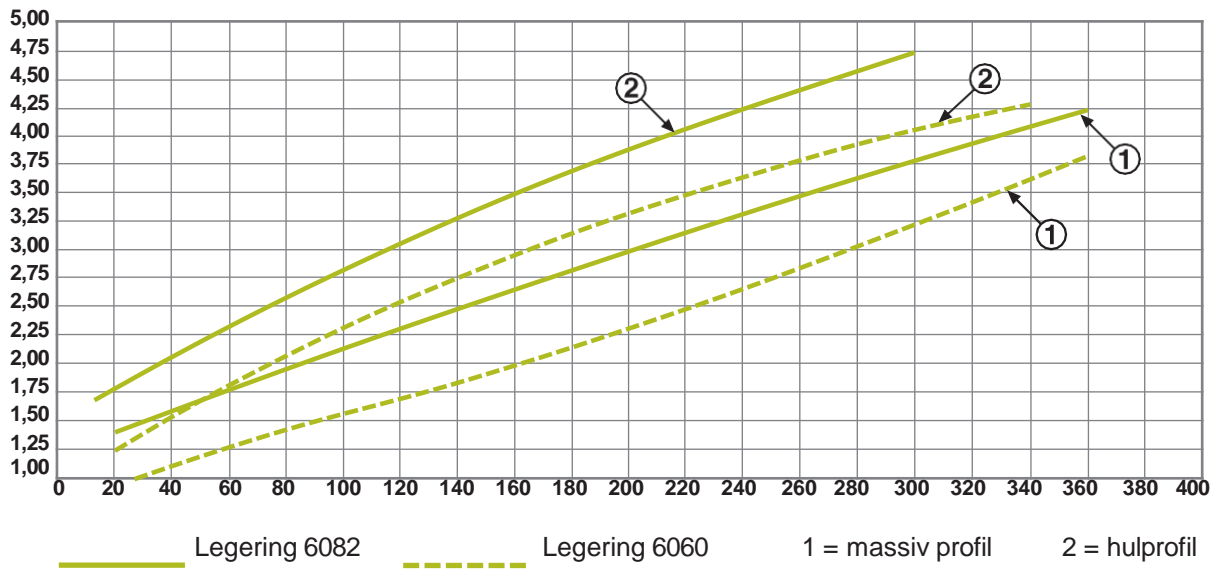
Ved hjelp av kjøleflenser øker man profilens overflate og varmeledningsevne.



Riller

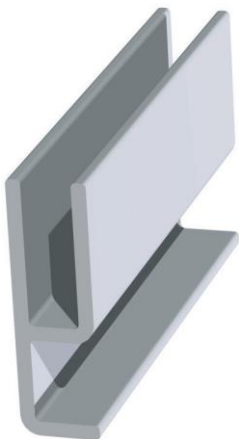
Riller i profilen kan skjule ujevnheter i overflaten og beskytte mot skader ved håndtering og bearbeiding.

Veiledende minste godstykkelse

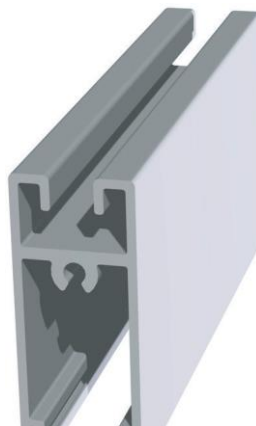


Retningsgivende minste godstykkelse (i mm) avhengig av omskrevet cirkeldiameter OSD.

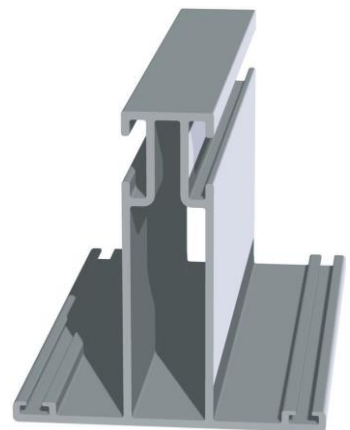
Gapmål – dybde



Arealforhold

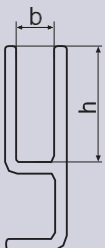


Høyde – bredde



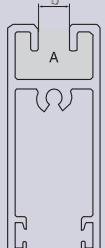
Retningsgivende forhold mellom gapmål b og dybde h ved massive profiler

Gapmål b	Forhold 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



Retningsgivende arealforhold

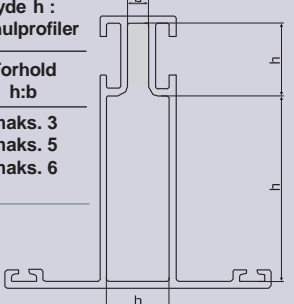
Gapmål b	Arealforhold A:b ²
2-3	2,0
3-5	3,0
5-50	3,5
50-80	3,0
80-120	2,0
120-	1,5



Retningsgivende arealforhold.

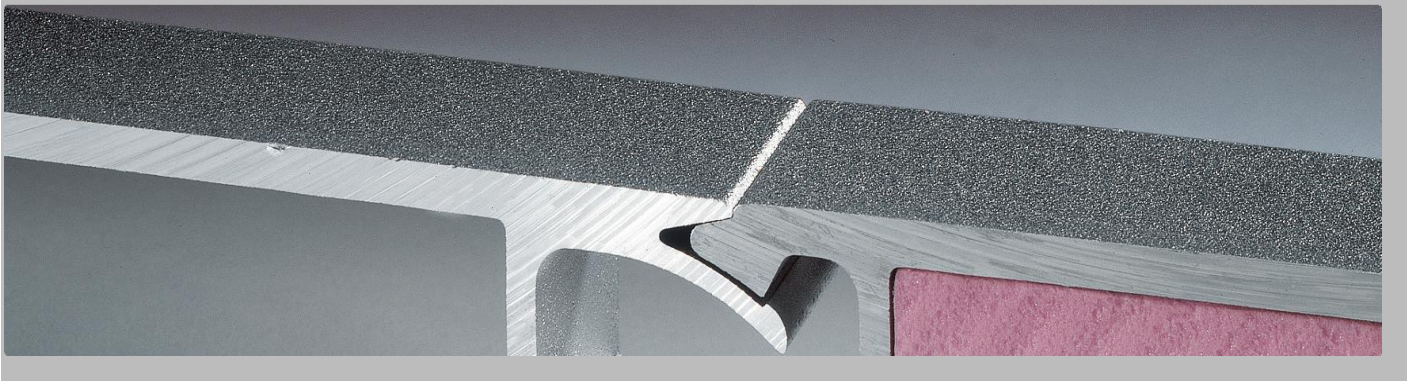
Forhold høyde h : bredde b ved hulprofiler

Bredde b	Forhold h:b
6-10	maks. 3
10-20	maks. 5
20-30	maks. 6
30-	



Forhold høyde – bredde ved hulprofiler.

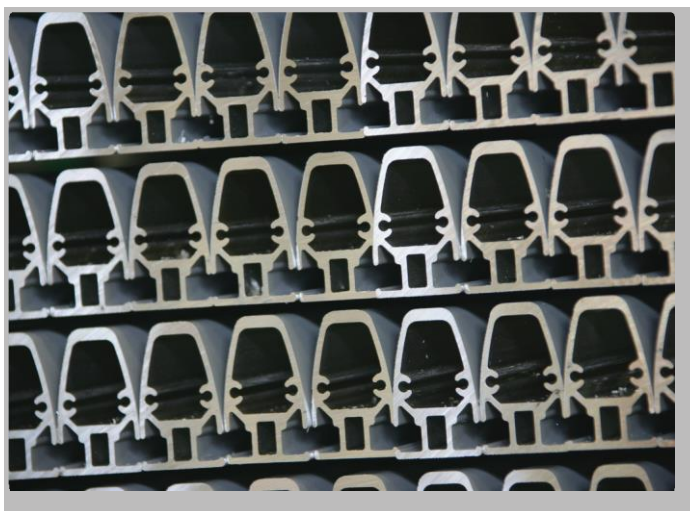
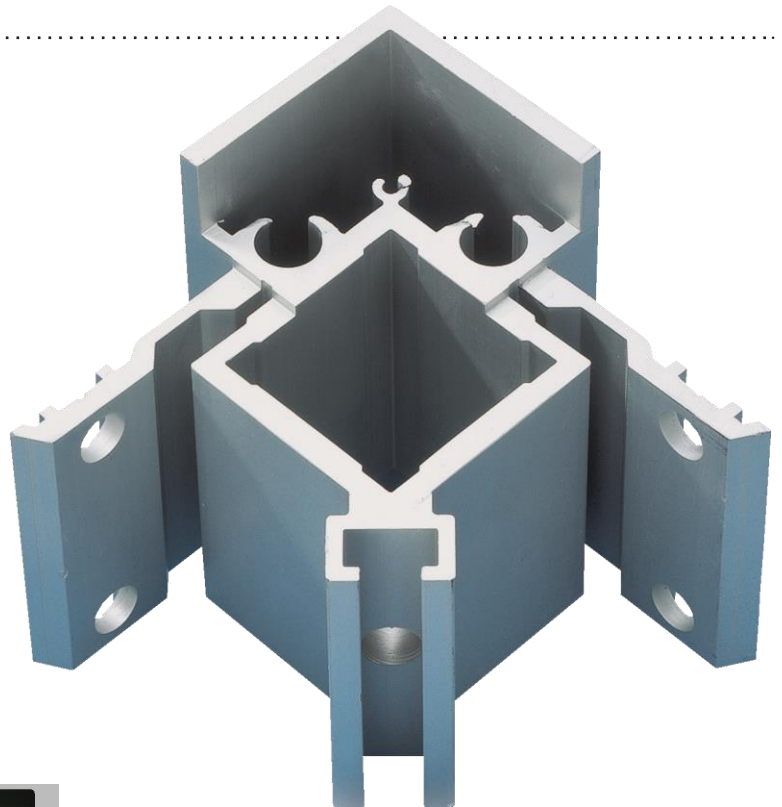
Retningsgivende forhold mellom gapmål b og dybde h ved massive profiler.



Ved å bruke profilteknikkens muligheter til kreativt design har man forutsetninger for å skape sterke, stabile, hurtige og effektive koblingsløs-

ninger, enten det gjelder sammenføyning av profil med profil eller sammenføyning av profil med andre materialer.

Det kan ofte lønne seg å koble sammen flere mindre profiler til en større enhet framfor å velge en større og mer komplisert profil. Det kan være lettere å montere eller bearbeide de enkelte profiler enn den samlede konstruksjonen. Mindre profiler kan produseres med mindre godstykkelse, bedre toleranseforhold og i mange tilfeller lavere verktøykostnader. Eksempelene som følger viser forskjellige koblingsmetoder. Vi håper de kan være til inspirasjon for deg som er profilkonstruktør.



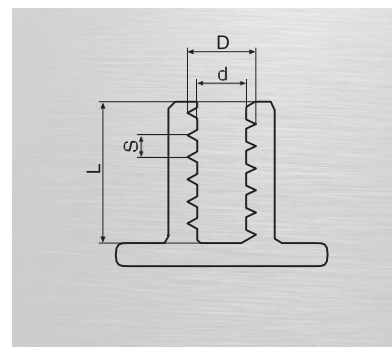
Skruespør

Med henblikk på senere hjørnesammenføyning, montering av endedeksel osv. kan aluminiumprofilen ekstruderes med skruespør for selvgjengende skrue eller med kanal for mutter/skruehode. Materialforbruket økes bare minimalt, og kostnadene vil i alle tilfelle være betydelig lavere enn ved mer tradisjonelle metoder som boring og gjenging. Skruespør kan brukes direkte med en selvgjengende skrue, men kan også gjenges på normalt vis for maskinskrue.

Langsgående skruespor

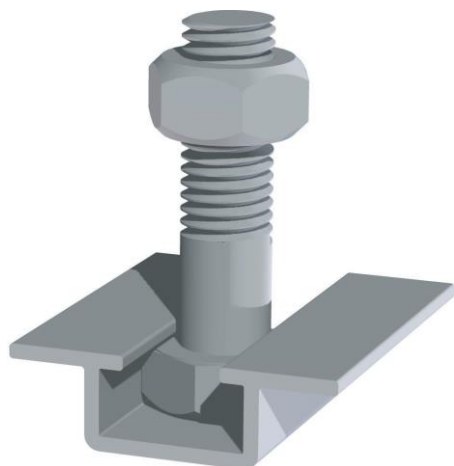


Skrue nr.	Gjenge-diam. D	Kjerne-diam. d	Gjenge-stigning S	Lengde L
2	2,2	1,6	0,79	5
4	2,9	2,0	1,06	6
6	3,5	2,6	1,27	7
7	3,9	2,9	1,34	9
8	4,3(4,2)	3,1	1,69(1,41)	9
10	4,9(4,8)	3,4(3,6)	2,12(1,59)	13
12	5,6(5,5)	4,1(4,2)	2,31(1,81)	16
14	6,5(6,3)	4,7(4,9)	2,54(1,81)	16
5/16"	8,0	6,2	2,12	
3/8"	9,6	7,8	2,12	

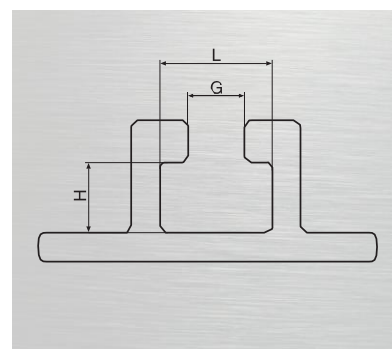


() skruer med fingjenger

Spordimensjoner for mutter



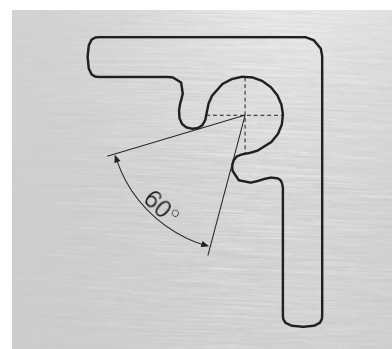
Skrue	Lengde	Høyde	Gap-mål G
	L	H	
M4	7,4	4,0	4,5
M5	8,4	4,5	5,5
M6	10,5	5,0	6,5
M7	11,5	6,0	7,5
M8	13,5	7,0	8,5
M10	17,5	8,5	11,0
M12	19,5	9,5	13,0
M14	22,6	10,5	15,0
M16	24,6	11,5	17,0
1/4"	11,8	5,0	7,0
5/16"	13,2	6,0	8,5
3/8"	15,0	7,0	10,2
7/16"	16,5	8,0	12,0
1/2"	19,7	9,5	13,5
9/16"	21,3	10,5	15,2
5/8"	24,5	11,5	17,0



Hulldiameter til selvgjengende skruer



Skrue nr.	Hull-diameter	Gjenge-diameter	Toleranse (±)
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



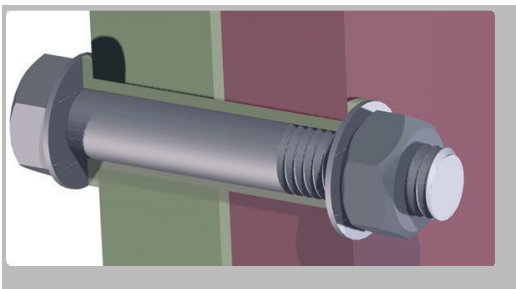
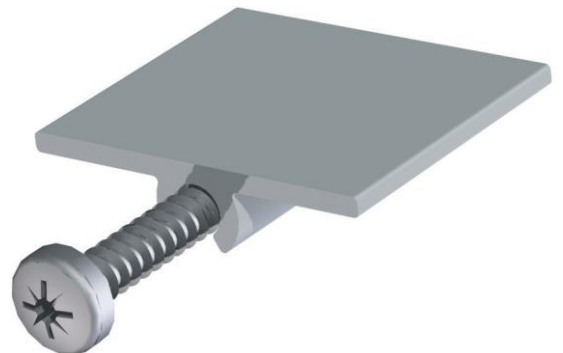
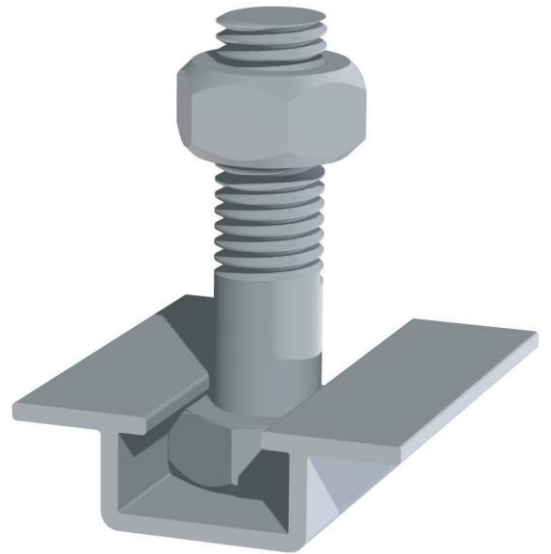
Skrueforbindelser

Skal en skjøt lett kunne tas fra hverandre, er skruerforbindelser med skive og mutter et godt alternativ. Normalt benyttes forsinkede skruer eller skruer av rustfritt stål. Lakkering eller belegging av anleggsflatene kan være en bra metode for å forhindre korrosjon.

I en skruerforbindelse oppfyller vi betingelsene for en god skjøt ved å bore og brotsje hullene og ved å benytte skruer med snevre toleranser. For enkle forbindelser kan diameterforskjellen mellom skruen og hullet være opptil 1 mm. Her er brotsjing av hullene ikke nødvendig, men da må såvel tillatt hullkantrykk som skruens tillatte skjærspenning reduseres.

I belastede forbindelser må hullene brotsjes, og forskjellen i diameter mellom hull og skruer må være maks. 0,15 mm. Benyttes varmforsinkede skruer, må diameterforskjellen være maks. 0,3 mm. Skruens lengde bør velges slik at den sylindriske del uten gjenge går gjennom det brotsjede hullet.

I sterkt korrosivt miljø bør stålskruerforbindelsen isoleres fra aluminiumkonstruksjonen. De vanligste isolasjonsmaterialene er nylon og neopren. Når neopren velges, må denne være av en type som ikke inneholder karbon som tilsatsmateriale.



Tabellen viser hvilke korrosjonshindrende tiltak som bør benyttes når skruer og bolter av rustfritt og varmgalvanisert stål brukes i aluminiumkonstruksjoner i ulike miljøer.

Miljø	Rustfritt stål		Varmgalvanisert stål	
	Isolasjon nødvendig	Alternative tiltak	Isolasjon nødvendig	Alternative tiltak
Neddykket i sjøvann	Nei ¹⁾	Male spaltflater Tetningsmiddel Katodisk vern	Nei ^{1) 2)}	Katodisk vern
Neddykket i bløtt ferskvann	Nei ¹⁾	Mellomlegg	Nei ^{1) 2)}	Mellomlegg
Neddykket i hardt ferskvann	Nei	Male spaltflater Tetningsmiddel Mellomlegg	Nei ²⁾	Mellomlegg (Isolasjon)
Innlandsatmosfære	Nei	Ingen	Nei	Ingen
Moderat marin atmosfære	Nei ¹⁾	Male spaltflater Tetningsmiddel Mellomlegg	Nei ^{1) 2)}	Mellomlegg (Isolasjon)
Aggressiv marin atmosfære	Ja	Male spaltflater Tetningsmiddel Mellomlegg	Ja ²⁾	Mellomlegg

¹⁾ Uten isolasjon må ett eller flere av de alternative korrosjonshindrende tiltak benyttes.

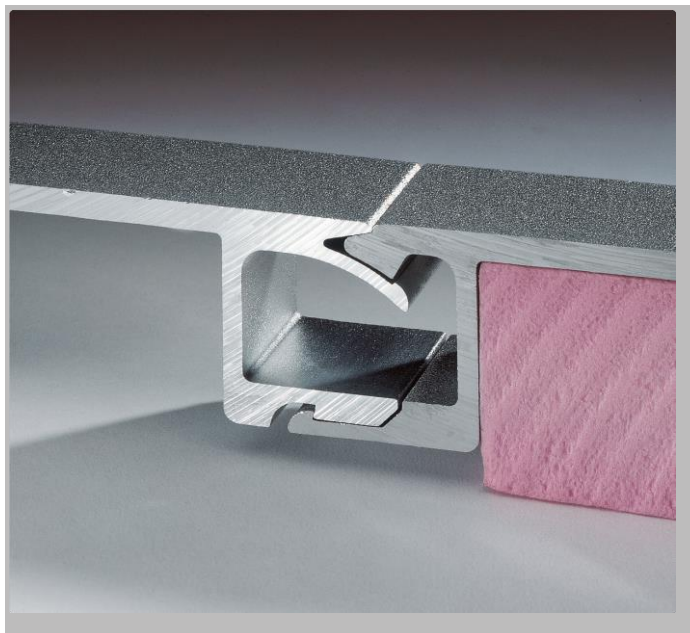
²⁾ Sinkbelegget vil ha begrenset levetid selv om isolasjon benyttes.

Klipssammenføyning

Elastisiteten hos aluminium muliggjør såkalt klipssammenføyning.

Sammensetting av to profiler med klipsing er en elegant metode for sammenkobling. Den største fordelen er at sammensettingen lett kan tas fra hverandre og dermed gi adgang til det som er innmontert i profilkonstruksjonen.

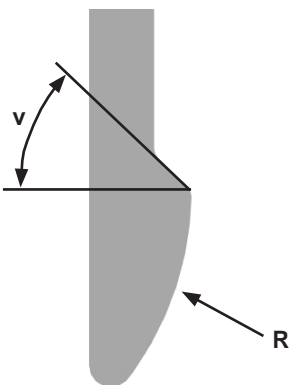
Konstruert riktig er denne koblingsmetoden ideell til mange formål. Flere profiler kan klipses sammen og danne en hel veggoppbygging. Hvis det ikke er mulig å ekstrudere profilen i ett emne, kan oppgaven løses ved å ekstrudere to profiler som klipses sammen. Under utformingen av klipsfunksjonen skal det tas hensyn til risikoen for permanente formforandringer slik at materialet ikke skal miste sin fjæringkarakteristikk. Spesielt hvis det er bruk for hyppige av- og påmonteringer, kan løsningen være å skifte ut den fjærende profilen med stålfjærer, plastklips eller lignende.



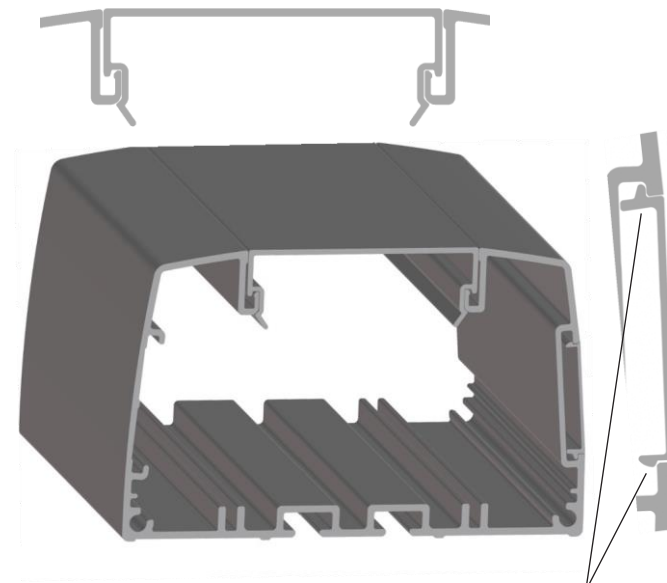
Ben på profil som skal ha snapp funksjon konstrueres med en radius for å minske friksjonen mellom profilene og forenkle pasningen.

Tilpasninger eller snapp funksjon som det skal være mulig å åpne konstrueres med en «slipp» vinkel mellom 45 og 60 grader.

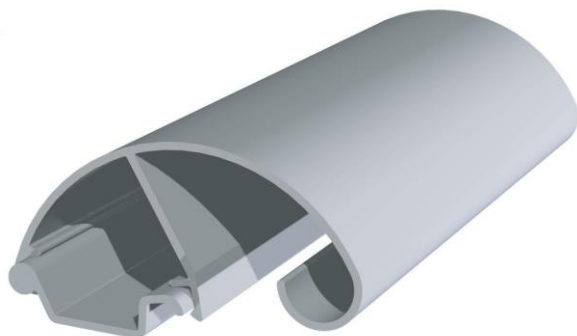
Permanente løsninger som ikke skal kunne åpnes konstrueres med ingen vinkel eller negativ skrånning.

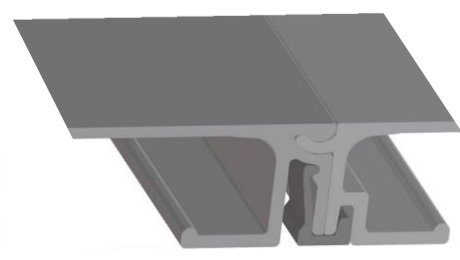
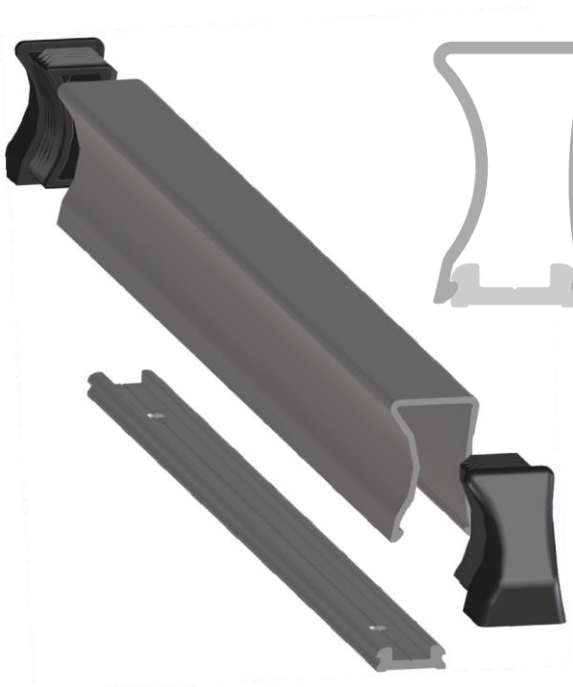


For snapp skjøt som skal sitte hardt og hvor en kommer til å trykke den veldig fast, kan høyden på snappen konstrueres som vist i dette eksemplet. Generelt bør ikke snapp ben være lenger enn 15 mm.

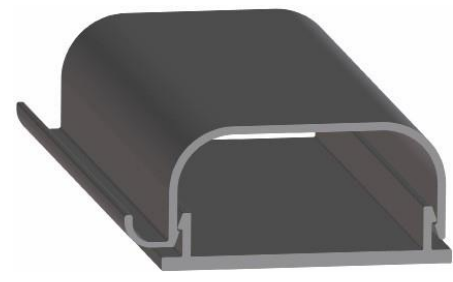


Snapp løsninger konstrueres enklest med en krok eller et mothold på den ene siden og et snapp ben på den andre.





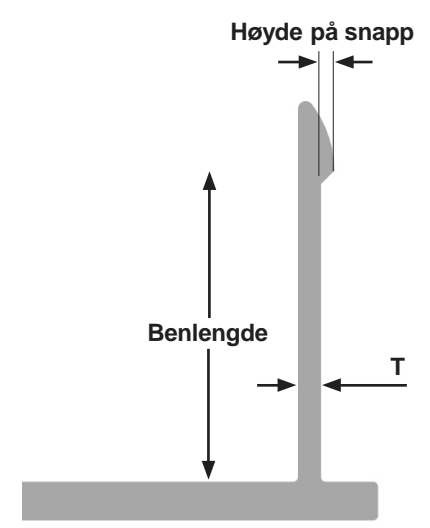
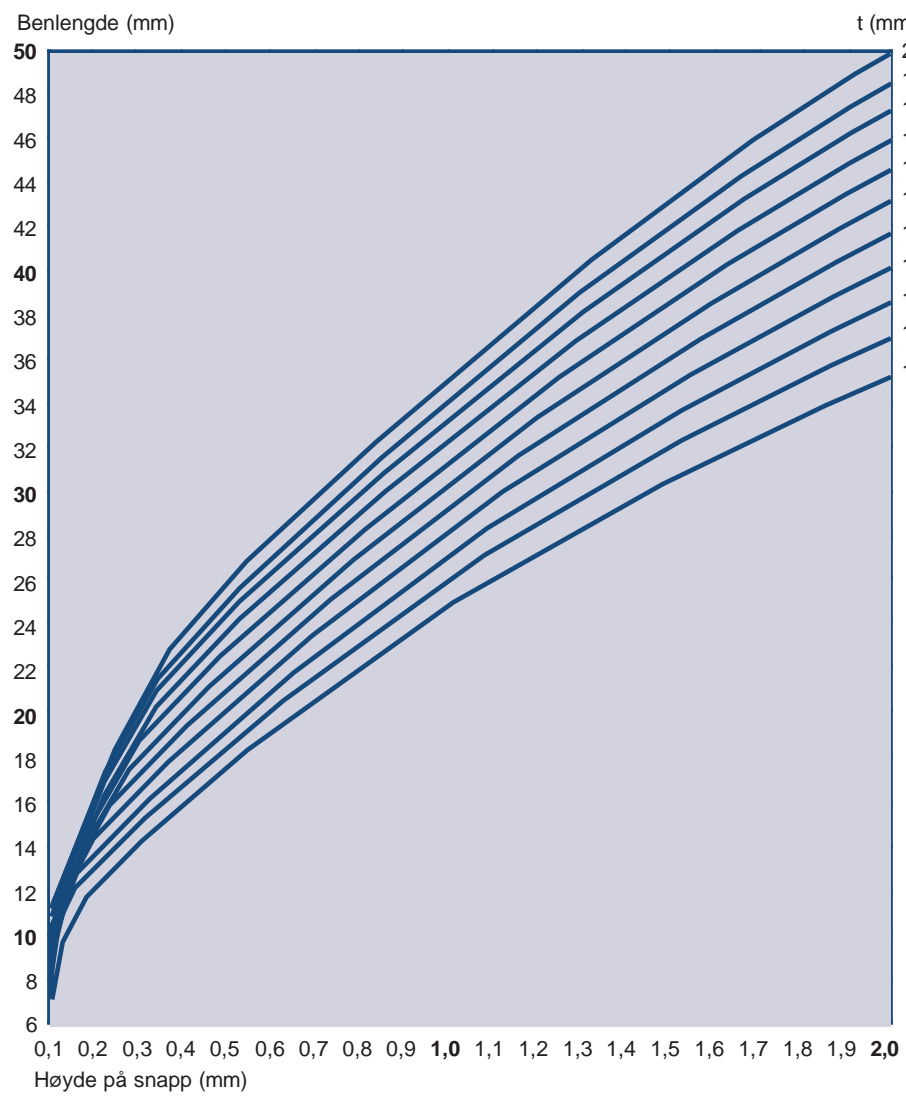
Der en profil skal passe med seg selv kan en snapp profil benyttes for å bli sammenføye begge de like profilene. Kappes i passende korte lengder.



For snapp pasninger som skal åpnes utformes profilen med en flens slik at den kan åpnes med finger, skrustikke eller annet håndverktøy.

Utforming av snapp ben

Nedenfor vises nytteverdien ved utforming av snapp ben med hensyn til benlengde, snapp høyde og tykkelse (t).

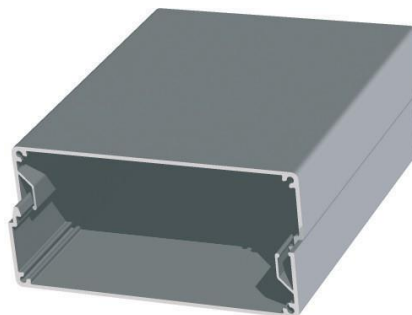
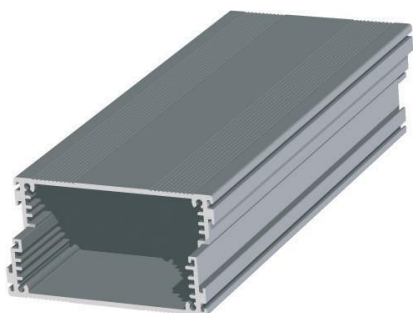
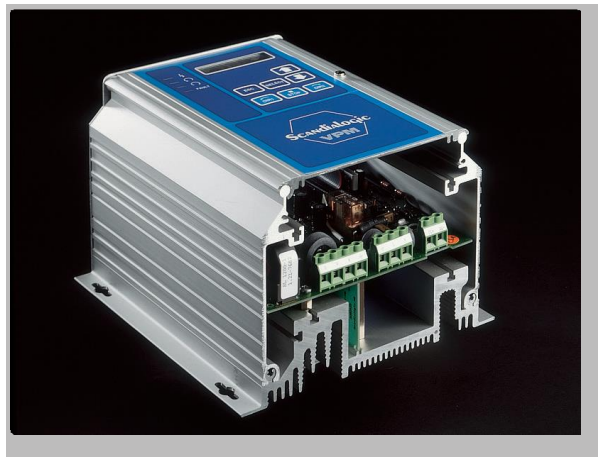


Profil i Profil

Ved mekanisk kobling skyves profilene sammen i lengderetningen og låses ved f.eks. deformasjon, skrue eller sylindrestift.

Kabinettbokser utformes ofte slik at det ene profilstykket endevendes. Endedeckslet monteres og virker samtidig som lås for profilene. Denne sammenføyningsmetode gjør det lettere å montere elektriske komponenter.

En ytterligere fordel ved å endevende det ene profilstykket er reduserte verktøykostnader idet hulprofilen erstattes av en massiv profil som er lettere pressbar og dermed billigere å produsere.



Hengsel

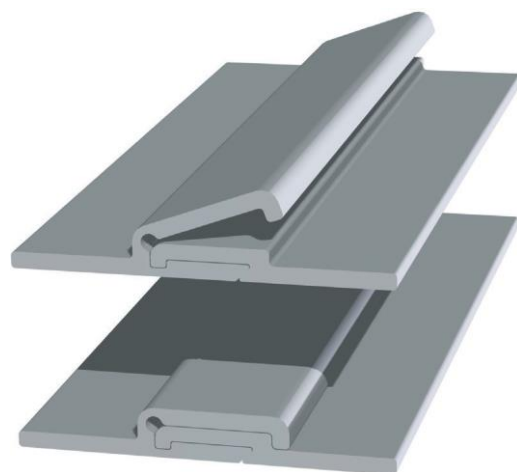
Aluminiumprofiler åpner rike muligheter for integrerte dreie- og hengselfunksjoner i profilutformingen.

Ved sammenkobling utformes den ene profilen med et skruespor slik at den kan låses i sideretningen. Korrekt utformet kan emnet åpnes over 90° uten noen videre form for bearbeiding.



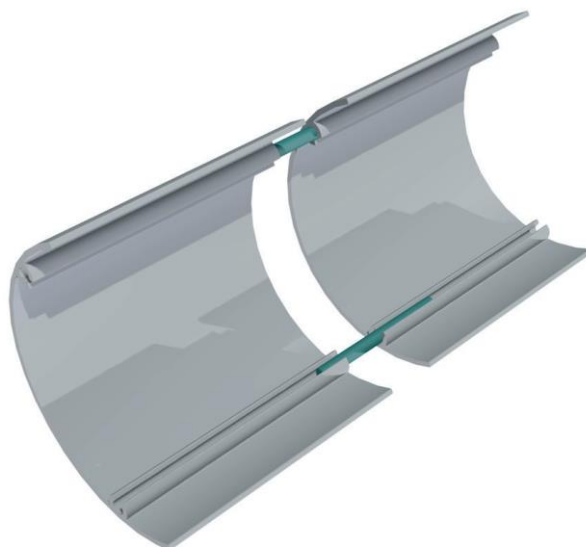
Sammenvalsing

Ønskes en permanent sammenkobling profil til profil eller profil til andre materialer, kan sammenvalsing være løsningen. Dette er en løsning hvor aluminiums høye elastisitet utnyttes fullt ut og hvor det samtidig oppnås en best mulig designmessig løsning. Lange smale gap som det ellers ikke ville være mulig å ekstrudere, kan likevel la seg gjøre ved å åpne gapet i profilen og senere valse gapet sammen til ønsket dimensjon.



Skjøting

Lengdeskjøting kan skje ved bruk av styrepinner eller ved skruing i lengderetningen.



Sammensatte profiler

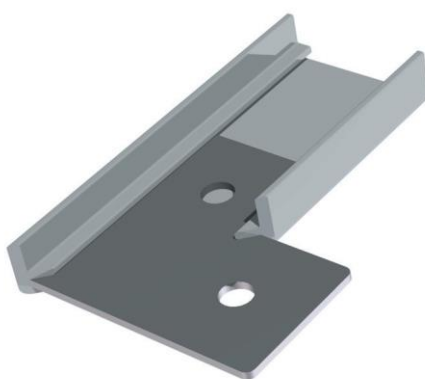
Det kan ofte være en økonomisk fordel å dele en stor profil i flere mindre. Aluminiumprofiler kan også konstrueres slik at de samlet danner én stor konstruksjon som har tilstrekkelig styrke selv under meget krevende forhold.



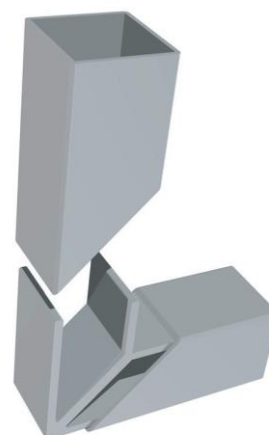
Hjørnesammenføring



Enkel sammenføring av to profiler som skrues, nagles eller limes sammen.



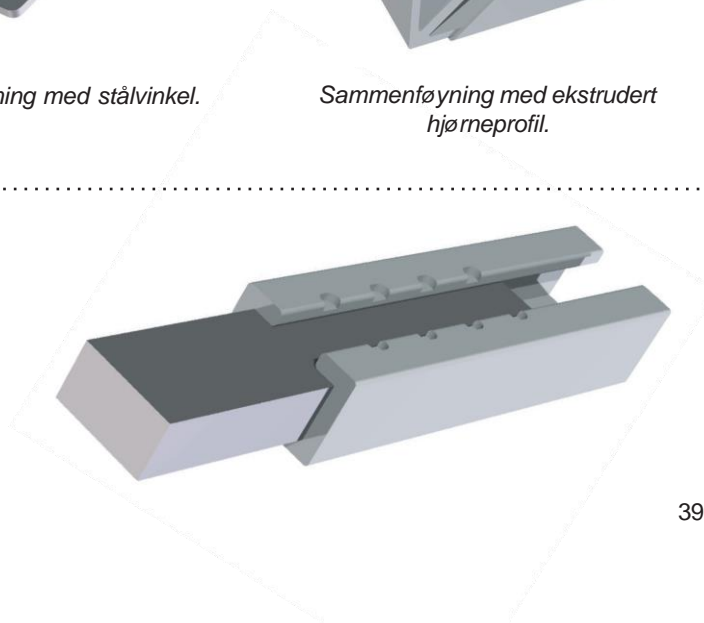
Hjørnesammenføring med stålvinkel.



Sammenføring med ekstrudert hjørneprofil.

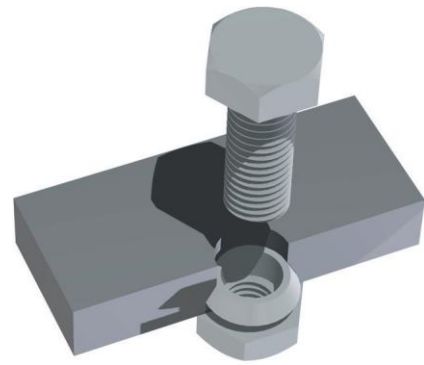
Stuking

Sammenføring ved stuking gir en holdbar og permanent skjøt.



Nagling

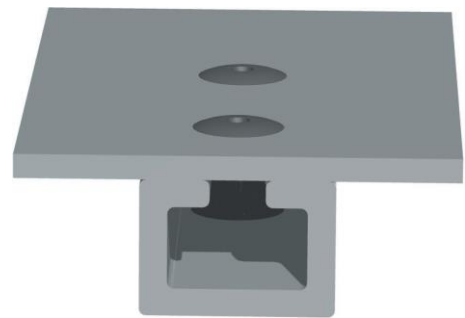
Sammenføyning med blindnaglemutter eller pressmutter kan foretas der det er uøkonomisk å foreta godsøking bare med henblikk på gjenging eller for skjøter som regelmessig sammenføyes/demonteres. Popnagling er en metode som benyttes for permanente skjøter.



Pressmutter.



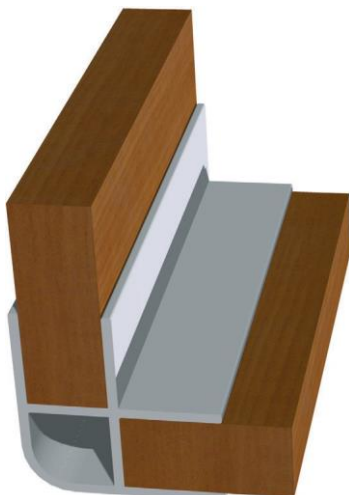
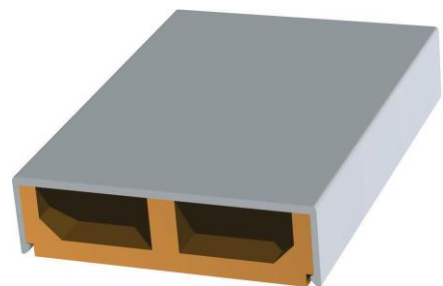
Blindnaglemutter.



Popnagling.

Sammenføyning med andre materialer

Ved sammenføyning med andre materialer må det ved utformingen av profilene tas hensyn til det andre materialets egenskaper hva angår bl.a. elastisitet, strekkfasthet, korrosjonsmotstand osv. Med smarte profilløsninger kan man få holdbare og velfungerende løsninger for sammenføyning med de fleste materialer.



Liming

Liming er et viktig komplement til de mer tradisjonelle sammenføyningsmetodene. Aluminium er det metallet som er desidert mest limt. Limfuger i fly har eksistert siden 1940- tallet. Det finnes mange flere eksempler på liming av aluminium, f.eks. har bremsebelegg til personbiler vært limt til støpte bremseklosser av aluminium. Man kan velge mellom flere ulike limtyper, forbehandlings- og limemetoder. Det er ikke alltid lett å velge rett kombinasjon og heller ikke risikofritt å lime uten spesielle kunnskaper.

Avstanden mellom molekylene i materialet som skal limes og molekylene i limet skal være maks. 0,5 nm (en halv milliondels mm) for at kraftoverføringen skal kunne finne sted. For å oppnå en slik nærhet må limet ha lavere overflatespenning enn det materialet som skal limes, ellers vil limet forme seg til en dråpe i stedet for å flyte ut. Ulike overflater har ulike egenskaper. Forekomst av forurensninger og oksider gir dårligere vedheft. Sammenføyningsflaten må være ren og



reproduserbar for at man skal kunne oppnå et fullgodt og jevnt limingsresultat.

Limtyp:	Egenskaper:	Styrke:	Temperatur-område:	Kjemikaliebestandighet:
Anaerobe lim	Herder i kontakt med metall i fravær av luft. De herder senere på aluminium enn på stål. Maksimal spalteåpning 0.6 mm. Brukes som tetningsmiddel og låsemiddel for skruer.	17-30 MPa	-50 til 177°C	
Cyanoakrylater	Såkalte "Superlim", hurtigherdende ved opptak av fuktighet. Trenger minst 40 % relativ fuktighet for å herde. Maksimal spalteåpning 0.25 mm.	12-16 MPa	-50 til 80°C	Lite kjent, variabel.
Modifisert akrylat (High performance)	1- eller 2-komponentlim som også kan herde hurtig ved romtemperatur. God slag- og skrellstyrke.	25-35 MPa	-70 til 120°C	God ved tilstrekkelig forbehandling.
Epoxy	Det vanligste limet å bruke i strukturelle forbindelser, 1- eller 2-komponentlim. Krever vanligvis varmeherding for å oppnå høy styrke. Tilsatsmaterialer gjør limet sterkere, mer fleksibelt og med en bedre skrellstyrke, men gir dårligere høytemperaturegenskaper.	25-45 MPa	-55 til 200°C	God ved tilstrekkelig forbehandling.
Polyuretan	1- eller 2-komponentlim, hurtigherdende med god fleksibilitet. Styrken er avhengig av tykkelsen på limfugen. Limet i seg selv er meget vannresistent, men fuktingen til alle flater er ikke like god, noe som kan gi dårlige langtidsegenskaper for limfugen. Dette problemet kan løses ved bruk av en egnet primer. Limet brukes i bilindustrien blant annet til liming av metall til fiberglass.	17-25 MPa	-160 til 80°C	God ved tilstrekkelig forbehandling (priming).
Fenoler	Den første type lim i bruk på metaller. Krever trykk (0.3-0.7 Mpa) og varme (>150°C) ved herding.	30 MPa	-50 til 176°C	
Polyimider	Kostbart høytemperaturlim som er relativt komplisert å håndtere. Tåler over 300°C i flere hundre timer. Egenskapene bibeholdes under kontinuerlig anvendelse opp til 232°C og for korte temperaturhøyninger opp til 482°C. Støpte polymiddeler og laminat har meget god varmebestandighet. Normal arbeidstemperatur for slike deler og laminat varierer fra lave temperaturer til over 260°C.	20 MPa		
Smeltelim	Gir mulighet for god produktivitet og derfor mye brukt i industriell masseproduksjon av lite belastede strukturer.			
Gummilim	Herder ved fordamping av et løsemiddel. Svært mange ulike typer og kvaliteter. Brukes stort sett til å lime andre materialer (tre, gummi, plast, glass) til aluminium. Vanligvis ikke brukt til strukturell liming.			
Silikonlim	Et lim med relativt lav styrke, men med gode høytemperaturegenskaper og god fleksibilitet.	3-6 MPa	+60 til 250°C	God ved bruk av korrekt forbehandling og god kvalitet på limet.
Trykkfølsom lim	Brukes ofte i tapeform. Herder ikke og har derfor relativt lav styrke. Brukes blant annet til å feste aluminium pyntelister og lignende til biler og eloksert eller lakkert aluminium ytterkledning til trailere eller campingvogner og -biler.			

Limtyper

For korrekt valg av lim må det foreligge detaljerte opplysninger om:

- *Hvilke materialer som skal limes samt eventuell overflatebehandling*
- *Miljø som limforbindelsen skal utsettes for (innendørs, på land, industrielt, marint)*
- *Normale, maksimum- og minimumtemperaturer*
- *Belastning, belastningsfrekvens og belastningstype*
- *Størrelse og form på sammenføyningsområdet, fortrinnsvis med en tegning*
- *Produksjonsbetingelser (seriestørrelse, produktivitetskrav, mulighet for varmeherding)*
- *Eventuelle andre krav til sammenføyningen (estetiske hensyn, lett å demontere)*

Fordeler og begrensninger

En limsammenføring har mange gode egenskaper. For å kunne utnytte disse optimalt er det viktig å tenke liming allerede i designfasen.

Fordeler ved liming

- Ulike materialer kan sammenføres
 - galvanisk korrosjon kan unngås
- Sammenføyningen er kontinuerlig
- Sterkere og stivere strukturer
- Gir en jevn fordeling av belastning på sammenføyningen og en unngår lokale belastningskonsentrasjoner
- Lim forseglar og sammenfører i en prosess, spaltkorrosjon kan unngås
- Lite kostnader til etterarbeid (finishing)
- Gode utmattingsegenskaper
- Vibrasjonsdemping
- Redusert vekt og antall deler

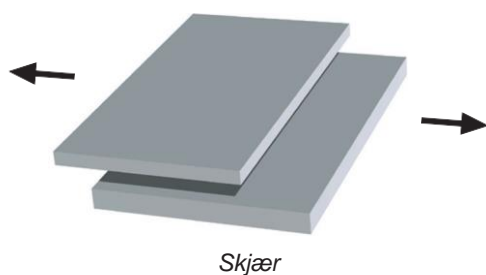
Begrensninger ved liming

- Håndterbarhet rett etter liming er dårlig
- Høye temperaturer fører til redusert styrke
- En limt konstruksjon kan være vanskelig å demontere for reparasjon og service
- Det er behov for forbehandling av overflaten før liming
 - nødvendig for strukturell liming og tilfredsstillende kvalitet i korrosivt miljø
 - en må sikre at limet fukter overflaten
- Helse – Miljø – Sikkerhet

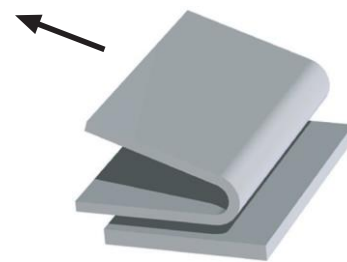
Utforming av limfuger

Det er viktig å være klar over de ulike typer belastninger en sammenføring kan være utsatt for. Ved utforming av en limfuge er det nødvendig å:

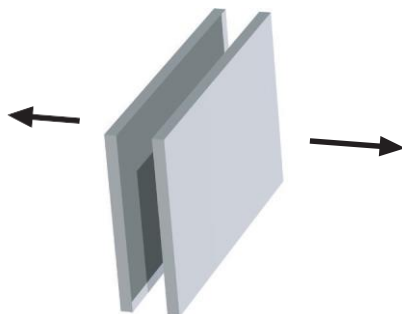
- Maksimere strekk, skjær og kompresjon
- Minimere skrell og kløving
- Maksimere arealet som lasten fordeles på



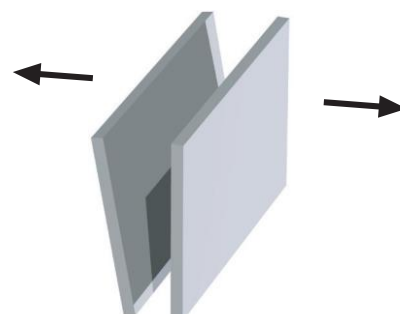
Skjær



Skrell



Strekk/kompresjon

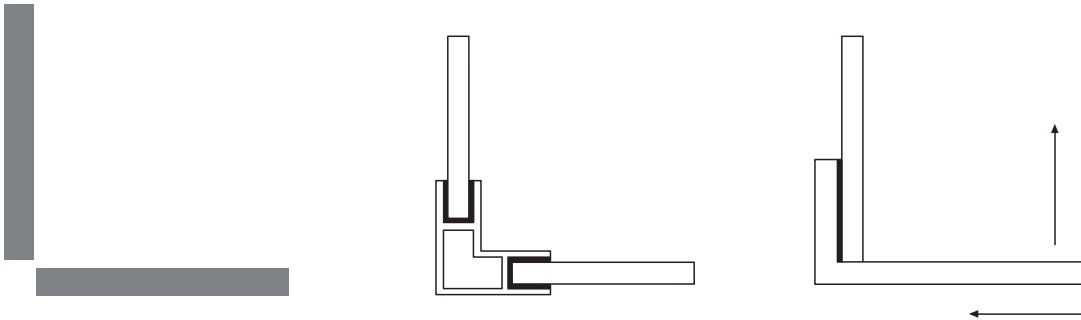


Kløving

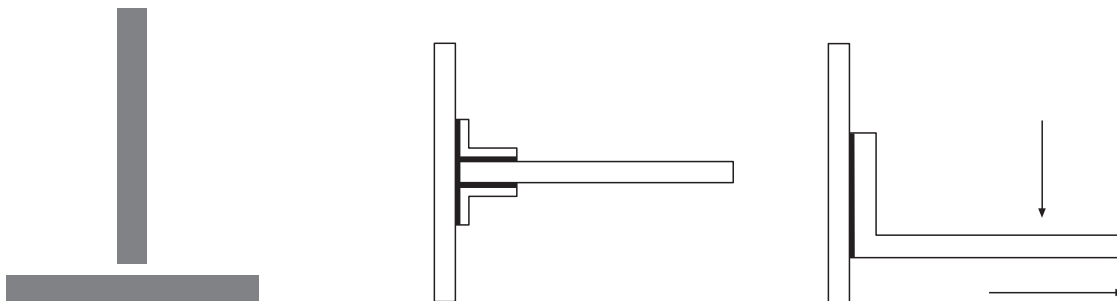
Basistyper limfuger

Det er mulig å definere de aller fleste sammenføyninger som en av fire basistyper. Eksempler på løsninger (pilene viser i hvilken retning limfugen best tar opp belastninger):

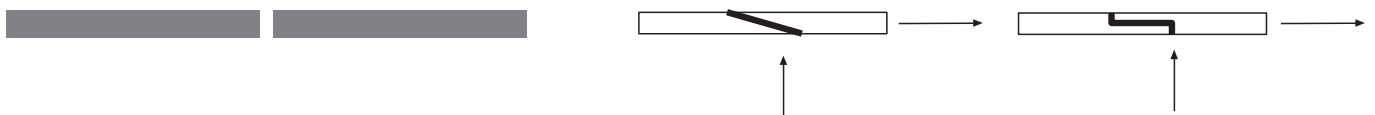
1. Vinkel- eller hjørnesammenføyning



2. T-sammenføyning



3. Buttsammenføyning



4. Overflatesammenføyning

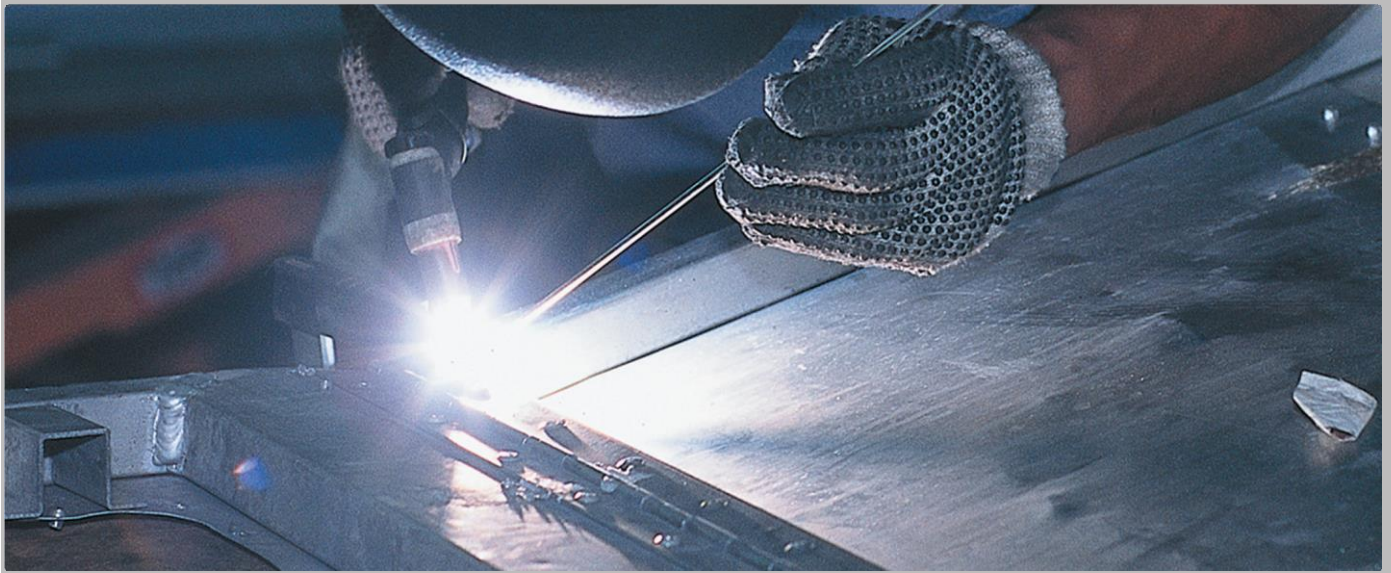


Overflatebehandling før liming

En limforbindelse er en kjede med ulike ledd, der det svakeste leddet bestemmer styrken og levetiden til forbindelsen. En eller flere av følgende prosesser kan være i bruk ved forbehandling for liming:

- Vasking - avfetting (sur, basisk eller løsemiddelbasert)
- Sliping eller blåserensing med etterfølgende vasking
- Kjemisk etsing, konversjonsbehandling (conversion coating), anodisering
- Primer

Det vil i denne sammenheng ikke være noe problem å finne en forbehandling som holder en høy nok kvalitet. Problemet vil være å spesifisere hvor høy kvaliteten må være og finne en behandling som tilfredsstiller dette, samtidig som den er økonomisk og miljømessig forsvarlig også ved masseproduksjon.



Sveising

De rike utformingsmulighetene med aluminiumprofiler kan ved riktig utnyttelse lette sammenføyningsprosessen og eventuelt eliminere behovet for sveising eller andre krevende operasjoner. For å sikre best mulig resultat bør det allerede på forespørselsstadiet foreligge sammenstillingstegninger eller skisser som angir sammenføyningsprinsippet.

Aluminium kan sveises med en rekke metoder tilpasset aluminium. Sveising gir følgende fordeler:

- Sveising er en av de enkleste og sikreste metodene å utføre luft- og væsketette skjøter på
- Det kan sveises i materialtykkelser fra 1 mm til flere centimeter, og med spesielle apparater ned til folietykkelse
- Sveising foretas i fullt automatiserte og robotiserte prosesser for å forsikre maksimal repeterbarhet og prosessegenskaper, men også gjennom manuell sveising for høyere fleksibilitet og lavere investeringer
- Sveising er som regel en kosteffektiv sammenføyningsmetode

Materialegenskaper

Oksidering

Aluminium og dets legeringer danner et naturlig oksidsjikt som bidrar til den gode korrosjonsmotstanden. Ulempen med oksidlaget er det høye smeltepunktet, ca. 2060 °C. Dette innebærer at oksidlaget ikke smelter ved sveising og den tilførte sveisevarmen i kombinasjon med syre framskynder oksiddannelsen. Å fjerne oksidsjiktet ved sveising kan gjøres på flere måter: under pro-

sesjonen ved hjelp av flussmidler som oppløser og fjerner oksidet fra smeltebadet, eller før sveising ved hjelp av børsting med stålbørste. Ved sveising med dekk-gass (TIG eller MIG) ødelegger lysbuen oksidsjiktet. Samtidig beskytter dekk-gassen smeltebadet mot luftens oksygen slik at dannelsen av nytt oksidsjikt hindres.

Spesifikk varme

Spesifikk varme er den varmemengde som er nødvendig for å heve temperaturen av 1 kg materiale 1°C. Den spesifikke varme varierer ubetydelig mellom forskjellige aluminiumlegeringer og er for aluminium nesten dobbelt så høy som for stål. Egen-vekten av aluminium er dog en tredel av stålets.

Smeltepunkt

Smeltepunktet for ren aluminium er ca. 660°C, for de fleste legeringer fra 570°C til 660°C. Smeltepunktet for stål er ca. 1500°C.

Kombinasjonen av lavere smeltepunkt, egenvekt, termisk ledningsevne og spesifikk varme kan innebære at en ved sveising av aluminium må tilføre like mye varme som ved sveising av stål.

Porøsitet ved sveising

Tilbøyeligheten til porøsitet henger sammen med at aluminium i smeltet tilstand kan oppløse mer hydrogen enn i fast tilstand. Er mengden av oppløst hydrogen i smeltet aluminium større enn den tilsvarende mengde som metallet kan holde oppløst i fast tilstand, utskilles det overskytende hydrogen i gassform, og porer blir dannet i det størknede materialet.

Det smeltede materialet kan oppta hydrogen fra f.eks. gassflammen eller lysbuen og fra fuktighet eller forurensninger i metall og tilsatsmateriale. Ulike legeringstilsatser påvirker også det smeltede metallens evne til å oppta hydrogen.

Sprekkdannelse

Tilbøyeligheten til sprekkdannelse henger bl.a. sammen med materialets fasthet og elastiske egenskaper.

Materialets styrke reduseres jo mer det nærmer seg smeltepunktet. Innspenning av sveislommer for å kontrollere deformasjon kan forårsake spenning i sveisezonene som igjen kan resultere i sprekkdannelse. Fuging med flere sveisefuger bør gjennomføres med balanserte sveisesekvenser for å minimere innspenningsbehovet og dermed eliminere risikoen for sprekker. Sveisesprekker kan oppstå enten i sveisefugen eller i overgangen mellom fugen og grunnmaterialet.

God kontroll ved valg av tilsetningsmateriale, sveisesekvenser og prosessparametere reduserer risikoen for sprekkdannelse.

Smeltesveising

De vanligste sveisemetodene er Argon Wolframsveising (TIG) og Argon Metallbuesveising (MIG).

Disse metodene gir også normalt de beste resultatene. Gassveising forekommer i begrenset omfang, og metallbue-sveising benyttes svært sjelden.

Tilsatsmateriale

Tykkelsen på de materialer som skal sveises bestemmer tilsatsmaterialets dimensjon. Dette kan fåes i form av tråd eller massiv rund bolt. I trådform finnes tilsatsmateriale vanligvis i diameter fra 1,2 til 1,6mm og er spesielt egnet for MIG-sveising. Bolt er tilgjengelig i størrelser fra 1,6 til 6,4mm i diameter og benyttes for materialtykkelser fra 0,7 til 10mm. Det er viktig at tilsatsmaterialet er rent og tørt. Er overflaten forurenset anbefales rengjøring. Se tabell angående valg av tilsatsmateriale.



Valg av tilsatsmateriale ved forskjellige legeringer og legeringskombinasjoner som sveises sammen

GRUNN-MATERIALE	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 er egnet for sveising, men har noe lavere styrke enn Al Mg 5 og høyere ozonbelastning

Al Mg 5 og Al Mg 3 gir bedre fargelikheter ved anodisering

Al Mg 5 i form av tråd er enklere å kontrollere ved høye hastigheter i nyere sveiseutstyr

Smeltesveisemetode	Flussmiddel	Buetype	Min. tykkelse av grunnmaterialet mm	Relative variabler				
				Utbredning av varmpåvirket sone	Sveisehastighet		Investering	
					Manuell	Automatisk	Investering	Variable kostnader
TIG-sveising	Nei		0,7	1,2-1,3	0,5	5	10-20	1,2
		Spraybue	3					
MIG-sveising	Nei	Kort bue	1,6	1	1	6-10	20-30	1
		Pulsbue	0,7					
Gassveising	Ja		1	3,5-4	0,2	-	1	1,6
Metallbuesveising	Ja		3,5	1,5-1,6	0,4	-	10	1,4

Forvarming benyttes kun for tykkere materiale. Når forvarming benyttes bør den om mulig holdes under 120 °C. Høyere temperaturer kan påvirke materialegenskapene, spesielt når det gjelder legeringer hvor egenskapene oppnår ved varm- eller kaldherding.

MIG-sveising

MIG-metoden er en videreutvikling av TIG-metoden med det formål å øke sveisehastigheten. Forskjellen mellom de to metoder består i at ved MIG-metoden benyttes tilsatsmaterialet som elektrode for å skape lysbuen i stedet for wolfram. MIG-sveising kan brukes til alle fugetyper og alle sveisestillinger og gir sveis av høy kvalitet. MIG-sveising benyttes til gods-tykkelser fra 3 mm og oppover, men med spesialutstyr kan det sveises ned til ca. 0,7 mm tykt materiale. De største fordelene ved MIG-sveising er høy sveisehastighet og god innbrenning. Utstrekningen av den varmepåvirkede sone blir på grunn av sveisehastigheten mindre enn ved noen av de andre sveisemetodene. Kastninger og deformasjoner blir derfor mindre enn ved TIG-sveising.

Den høye sveisehastigheten kan være en ulempe når det skal sveises korte sveiser på steder som er vanskelige å komme til. MIG-sveiseutstyr krever omhyggelig vedlikehold og rengjøring og er dessuten

dyrere enn andre typer sveiseutstyr. Sveisehastigheten ligger i størrelsesorden 35-70 cm/min for materialtykkelser fra 4 til 20 mm. For å optimalisere sveiseparametrene anvendes med fordel "superren" Argon (Ar 99,9) som beskyttelsesgass eller en blanding av Argon og Helium.

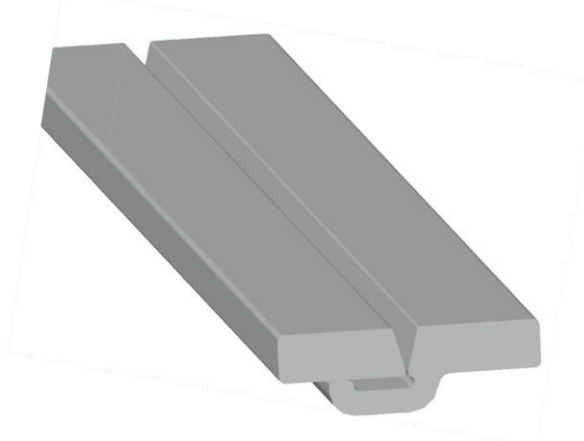
TIG-sveising

TIG-metoden krever ikke flussmiddel ettersom den benytter en nedkjølt edelgass for å beskytte sveisen fra oksidering. Dette gjør den særlig velegnet til aluminium. TIG-metoden kan med fordel benyttes til godstykkelser fra 0,7 mm opp til 10 mm og spesielt ved korte sveisefuger. TIG-sveising kan utføres på alle sveisbare aluminiumlegeringer og gir korrekt utført den mest feilfrie sveisen av de konvensjonelle sveisemetodene. Sveisehastigheten kan økes betraktelig gjennom automatisering.



Profilutforming med tanke på enklere sveising

Allerede ved profilutforming kan sveisearbeidet forenkles og fugens styrke økes. Profilene kan optimaliseres bl.a. med hensyn til fugebearbeiding, materialkompensasjon, rotstøtte og et redusert antall sveiser.



Andre sveisemetoder

Av andre sveisemetoder kan nevnes punkt- og søm-sveising, brennsveising, kald- og varmtrykksveising. Metoder som eksplosjonssveising, høyfrekvenssveising,

ultralysveising, elektronstrålesveising og elektroslagsveising benyttes til spesielle formål, men er lite utbredt.

Friction Stir Welding

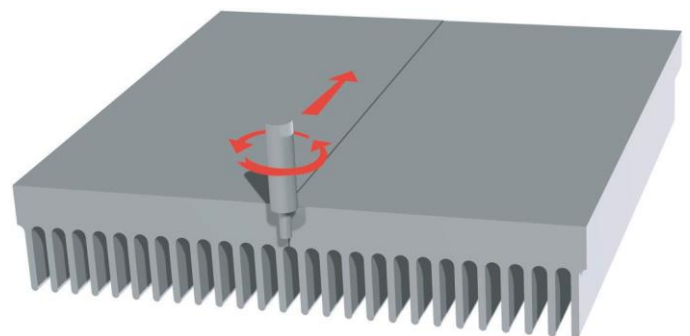
Friksjonssveising (FSW – Friction Stir Welding) er en sammenføyningsmetode hvor aluminiumoverflatene som skal sammenføyes presses sammen mens et roterende verktøy presses ned i metallet og føres langs fugen. Det roterende verktøyet genererer en temperatur i materialet som er ca. 100-150°C lavere enn smeltepunktet til aluminium. Materialet blir plastifisert men smelter ikke. Metoden krever verken tilsatsmateriale eller beskyttelsesgass og gir en sveis så å si helt uten varmedeformasjon og med større styrke enn smeltesveisede fuger. Metoden er velegnet til sammenføyning av aluminiumprofiler med tykkelse mellom 2 og 8 mm, og sveisehastigheten er ca 1 m/min.



Friction Stir Welding. Metoden egner seg utmerket for sammenføyninger av aluminiumprofiler med godstykkelse fra 2 mm til 8 mm og profilengder opp til 15 mtr. Sveisehastigheten er på ca. 1 mtr/min.



FSW genererer en sveisefuge som er nesten fri for varmedeformasjoner og har høyere fasthet enn smeltesveisede fuger.



Et roterende verktøy presses ned i metallet og føres langs fugen.



Selv når profilens egenskaper og funksjoner er optimalisert, er det ofte nødvendig med en eller annen form for videre bearbeiding. Som hovedregel kan aluminiumprofiler bearbeides ved hjelp av alle kjente bearbeidingsmetoder som brukes for andre metaller. I RA benytter vi den nyeste teknikken og de mest moderne metodene som sikrer kvalitetsbearbeiding med høy presisjon og små tole-

ranser. Likeledes kan alle vanlige verktøymaskiner normalt benyttes ved maskinering av aluminium. Vi har spesialmaskiner for bearbeiding av aluminium som gir hurtig, rasjonell og kostnadseffektiv bearbeiding. Vanligvis deler man bearbeiding inn i sponfraskillende og plastisk bearbeiding.

Skjærende bearbeiding

Ved sponfraskillende bearbeiding i aluminium kan man oppnå høyere skjærehastigheter enn i stål. De fleste aluminiumlegeringer tillater svært store skjærehastigheter, og metoden utgjør i de fleste tilfeller en økonomisk og svært fordelaktig bearbeidingsløsning.

Aluminiums skjærbarhet er avhengig ikke bare av legering og tilstand, men også av for-

holdet mellom fixturer, verktøy, kjøling, smurning og legering. Generelt oppnås rasjonell og økonomisk sponfraskillende bearbeiding best ved bruk av verktøy med stor sponvinkel og gode muligheter for glatt sponavløp.

Selv om alle vanlige verkstedsmaskiner kan benyttes ved bearbeiding av aluminium, benytter vi i RA ofte spesialutviklet utstyr for aluminium og aluminiumprofiler når det gjelder hastighet og nøyaktighet.

Kapping

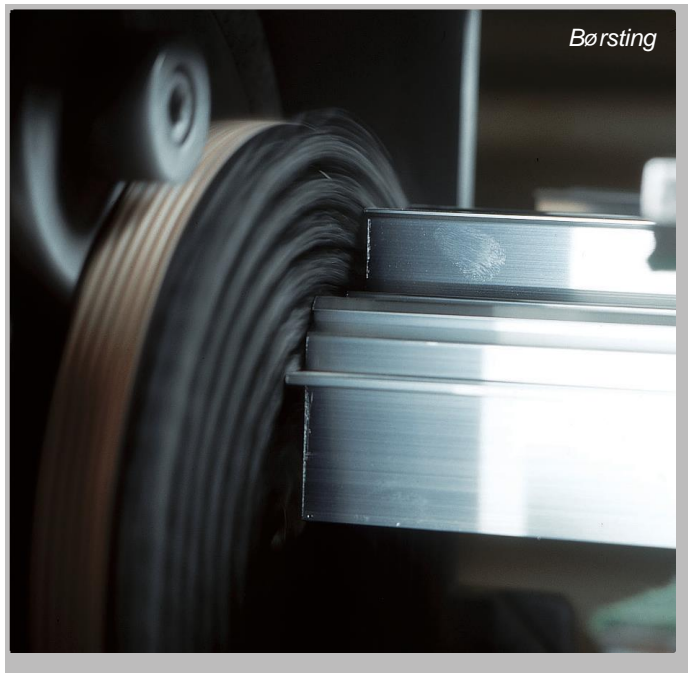
Aluminiumprofiler kan kappes slik at snittflaten blir presis og jevn. Profilens tverrsnitt, legering og hardhet bestemmer tannstørrelsen, antallet tenner, sagbladets diameter og matingen.

Antallet tenner bør være tilstrekkelig for at sponene skal bli store og runde og snittflaten jevn. Ved kapping av tynne profiler må flere tenner alltid berøre profilen samtidig, og det må alltid brukes væske.



Grading

Fjerning av grader er en prosess der man jevner aluminiumprofilens snittflate. Den mest brukte metoden er mekanisk der man benytter en børste eller en slipe-maskin. For å fjerne grader av små stykker benyttes ofte tromling der ujevnheter fjernes ved friksjon mot steiner som sirkulerer i en trommel. Gradingeffekten kan påvirkes gjennom rett valg av materiale og form på de sirkulerende stenene.



Fresing

Freseverktøy for aluminiumbearbeiding har større tann-
deling enn tilsvarende verktøy for stålbearbeiding og har
derfor større sponspor. Som ved annen sponfraskillende
bearbeiding er forutsetningen for et godt resultat høy
skjærehastighet. Høy overflatekvalitet forutsetter stor
drivkraft og stabilitet i verktøyet og maskinfastspenning
av detaljen. Det skilles mellom ende- og periferifreser
avhengig av beliggenheten av flaten som skal freses i
forhold til fresespindelens sentrumslinje.

Ved planfresing med endefres skal fresediameteren
være minst 20% større enn bredden av den bearbei-
dede flaten. Under fresingen bør 2/3 av flaten beveges
mot og 1/3 beveges med skjæreretningen. Ved perife-
rifresing (dvs. valse-, pinne-, skive- eller formfresere)
bør fresetennene bevege seg i materetningen
(medfresing).



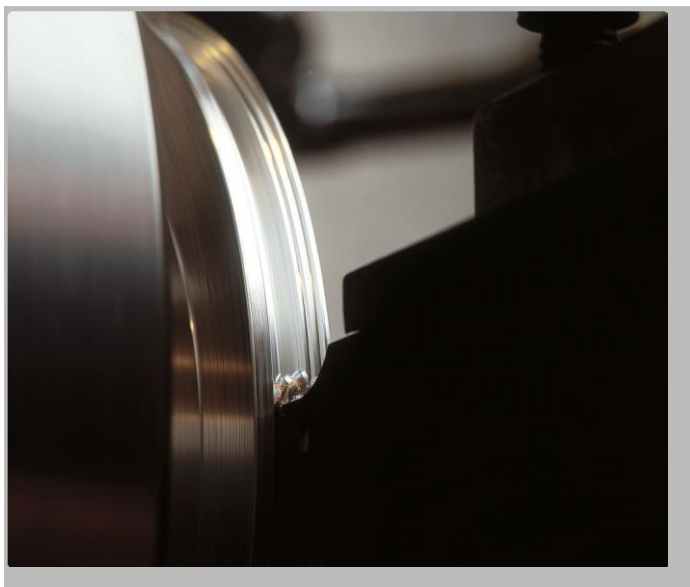
Boring

I likhet med andre maskineringsoperasjoner bør også
boring skje ved høy hastighet. Når det bores med et
standardbor, bør borehodet spisses for å redusere tryk-
ket. Dette forbedrer også skjæreprosessen. Spesialbor
for aluminium er kun nødvendig når det bores dype hull
og det dreier seg om myke legeringer. Det er viktig å
være klar over at når man borer i aluminium blir hullene
betydelig større enn bordiameteren, spesielt i myke
legeringer. Ved boring av dype hull, særlig med stor dia-
meter, oppstår det overskuddsvarme. Man må da bruke
et kjølemiddel for å unngå at hullet trekker seg sammen.

Dreining

Dreining av aluminium kan lett utføres både på standard-, spesial- og automaddreiebenker og bør utføres med stor dreiehastighet. Oppspenningen av emnet må derfor

være kraftig for å sørge for vibrasjonsfri gange. Mellomlegg mellom emnet og klembakkene forhindrer deformasjoner og riper i det bearbeidede emnet.



Gjenging

Inn- og utvendige gjenger kan framstilles etter alle kjente sponfraskillende bearbeidingsmetoder samt ved plastisk forming. Særlig ved herdbare legeringer oppnås en meget høy kvalitet. Ved gjenger under 6 mm kan tapper for stål benyttes, men ved større diameter bør spesialslipte gjengetapper benyttes. Innvendige gjenger kan framstilles enten med gjengetapper i serie eller med enkel tapp. Sponrillene skal være store og brede, godt avrundet og polert, og være slipt med stor sponvinkel. Ryggen skal løpe radially eller være underslipt slik at spon fra gjengingen ikke kan komme inn mellom verktøyet og gjenger når tappen dreies tilbake.

Man skiller ofte mellom tre typer spesialgjengetapper. En type er hulslipt med stigningen mot skjæreretningen slik at sponene skyves foran gjengetappen under prosessen. En annen type er hvor gjengene avbrytes fra rille til rille.

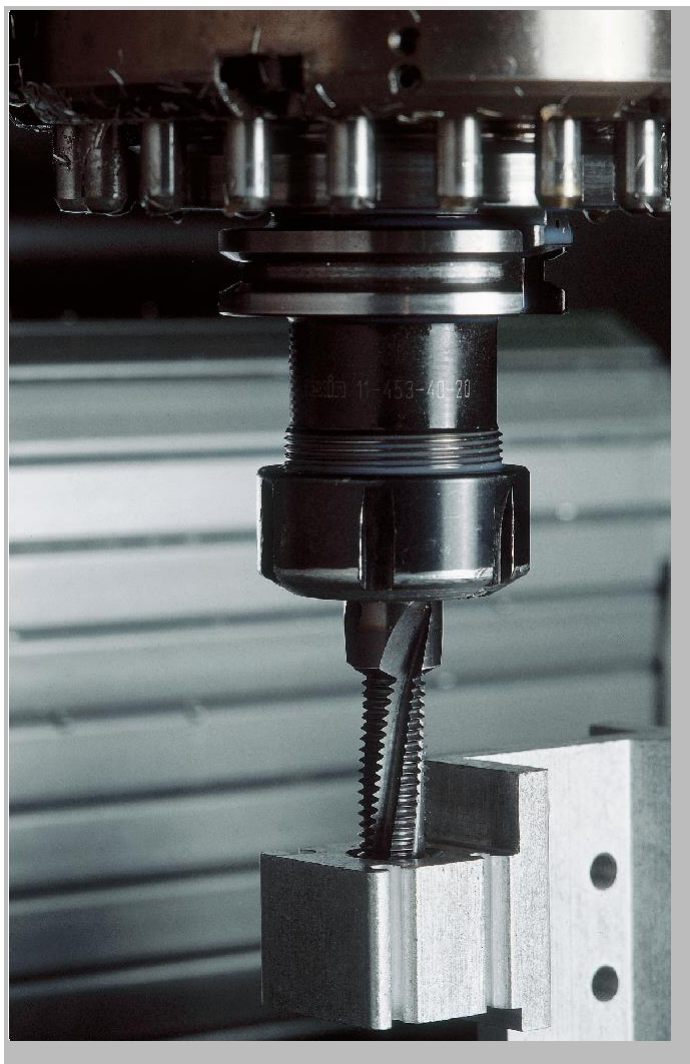
Den tredje typen har spiralformet sponspor som skjærer lettere. Da oppnås en et bedre "drag" under prosessen.

Gjengene kan også formes plastisk ved rulling, uten fjerning av spon. Dette gir meget sterke gjenger.

Utvendige gjenger framstilles ved hjelp av vanlige gjengebakker eller gjengehoder. Den utvendige diameteren på emnet som skal gjenges bør være 0,2-0,3 ganger gjengestigningen mindre enn den nominelle gjengediameter.

Det er viktig at emnets og verktøyets sentrumslinje flukter nøyaktig.

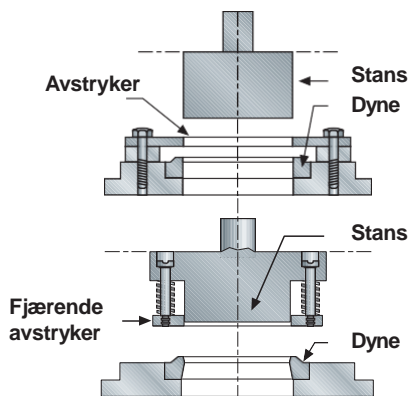
Svært gode resultater oppnås også med gjengefresing ned til M5.



Stansing

Stansing utføres normalt i eksenterpresser med et skjærende verktøy. Stanseverktøy for aluminium skiller seg lite fra verktøy for andre metaller. Til stansene anbefales herdet verktøystål. Grader unngås ved regelmessig sliping av stansene. Skråslipes stansens overside, kan den nødvendige stansekraft bli vesentlig redusert. Det skrå stykket må maksimalt tilsvare tykkelsen av den materialdel som skal stanses ut. I enkelte tilfeller, særlig ved lokking, kan det være en fordel å

Stanseverktøy med avstryker



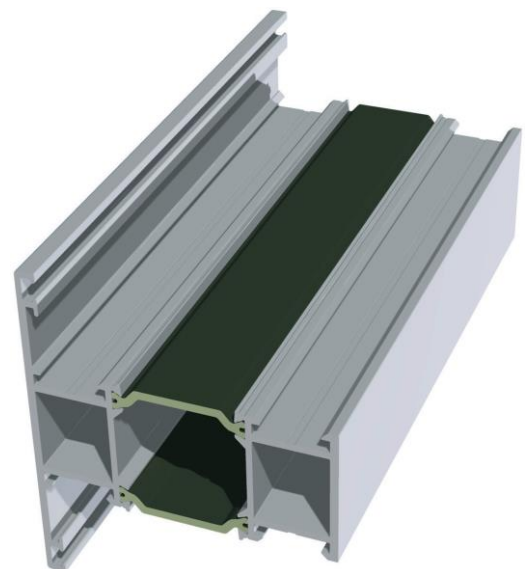
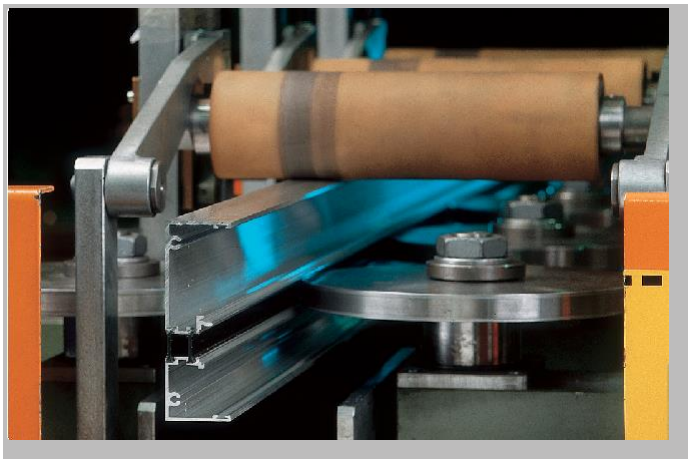
slipe stempelet skrått mens stansen holdes flat. Hvis den utstansede delen skal anvendes, må stemplet holdes flatt, uansett formen på stansen. Det er viktig at riktig klaring mellom stempel og stanse opprettholdes under selve stanseprosessen. Klaringen bestemmes av materialets sammensetning og tykkelsen på emnet.

Varmeisolasjon

Aluminiums store evne til å lede varme er mindre ønskelig på bruksområder der det kreves lav varmeoverføring, som f.eks. vindussystemer. Mange forskjellige isolasjonsteknikker kan brukes, men de to mest brukte typene inneholder pålitelige termiske sperrer. I den ene metoden blir profilen ekstrudert i ett stykke, og det blir helt polyuretan inn i en lukket kanal i profilen.

Etter at polyuretanen har antatt fast form, blir profilen delt i to ved å fjerne aluminiumstrimmelen, slik at kun den termiske sperren blir igjen. På den måten brytes

“kuldebroen” eller varmeledningen. Den andre metoden innebærer at to separate profiler monteres sammen ved hjelp av en strimmel som er laget av polypropylen eller polyamid. Strimmelen settes på plass ved hjelp av f.eks. rulling. Denne isoleringsmåten gjør det mulig å bruke forskjellige farger på inn- og utsiden av vinduet.



Plastisk forming

Aluminiumprofiler kan bøyes med samme utstyr som andre metaller. Ved store radier kan bøyning skje i herdet tilstand, men ved små radier bøyer en vanligvis i mykgjødet eller T4-tilstand (halvherdet). Etter bøyning er det mulig å herde til full fasthet igjen.

Bøyning bør skje før anodisering hvis det kreves at anodiseringsjiktet er helt og uten sprekker.

Allerede ved profilkonstruksjonen bør det tas hensyn til at profilen skal bøyes.

Ved større volum og materiale i T4-tilstand bør man ikke produsere for store serier etter som materialet da kan bli liggende og det er risiko for selvherding.



Det benyttes fire hovedsakelige metoder ved bøyning:



Trekkbøying

Høy formnøyaktighet. Profilen klemmes fast i begge ender, og forming skjer ved at verktøyet beveger seg.



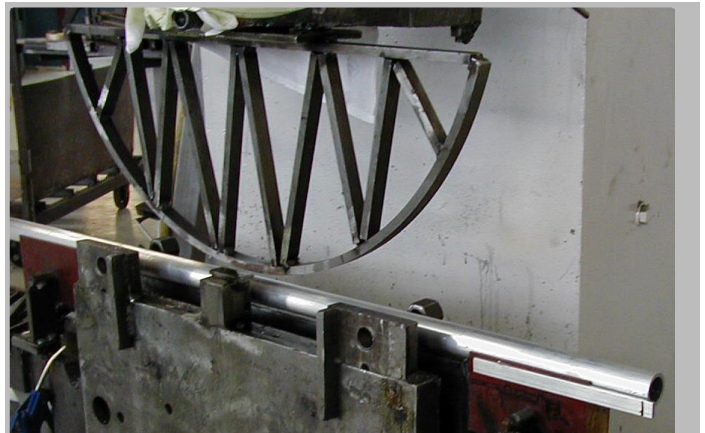
Strekkbøying

Med eller uten dor. Profilen klemmes fast og roterer med verktøyet. Metoden passer for små radier og har stor repeterbarhet.



Rullebøying

Benyttes for bøyning av profiler med store radier. Profilen vales mellom tre ruller hvorav en er justerbar. Med CNC-styrte maskiner er det mulig å variere radien på et og samme stykke.



Pressbøying

Velegnet til enklere bøyning i store serier. Detaljene formes i et todelt verktøy i f.eks. en hydraulisk presse eller annet enklere utstyr.

Overflatebehandling



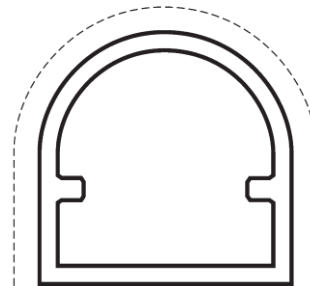
Aluminiumprofiler overflatebehandles hovedsakelig av to årsaker: av estetiske grunner eller fordi det er ønskelig å tilføre overflaten spesielle egenskaper. Metoder for overflatebehandling kan deles opp i fire behandlingstyper – *mekanisk, kjemisk, elektrokjemisk og*

organisk overflatebehandling – hvor en rekke teknikker kan benyttes. Noen egenskaper som kan endres og foredles med overflatebehandling er bl.a. korrosjonsmotstand, overflatestruktur, hardhet, slitestyrke, refleksjonsevne og elektrisk isolasjonsevne.

Profilutforming

Allerede i designfasen har man mulighet til å gi profilene bedre overflatekvalitet. Brede profiler kan deles, og i pro-

filer med ujevn fordeling av godset kan strukturendringer skjules ved hjelp av f.eks. riller i overflaten.



Det anbefales å angi med en stiplet linje på konstruksjonstegningen hvilke overflater som vil være synlige i sluttproduktet. På den måten kan man unngå mange problemer.

Metoder for overflatebehandling

Type	Teknikk	Karakteristikk
Mekanisk	Sliping/Børsting Polering Vibrasjonspolering Høyglanspolering	Fine striper i sliperetningen. Gir svak silkeaktig matthet Glatte overflaten og fjerner delvis slipestriper Matt til glinsende overflate, velegnet til små emner Gir speilende glatthet
Elektrokjemisk	Anodisering Elektrolytisk polering	Danner hard, klar eller farget oksidhinne til dekorative eller beskyttende formål Gir glatt, ensartet overflate med stor refleksjonsevne
Organisk	Lakking Silketrykking Foliering	Gir forskjellige grader av beskyttende og dekorative overflater Trykking av tekst, dekormønster osv. Til dekorative, beskyttende eller andre formål

Mekanisk overflatebehandling

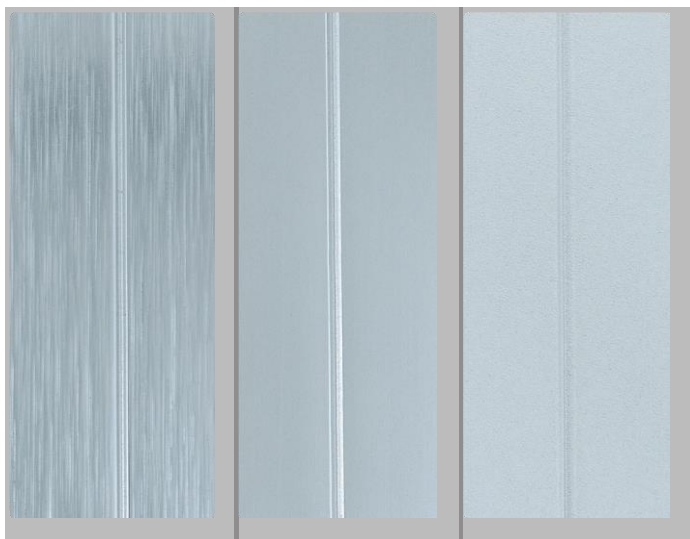
Spesielle overflateeffekter på aluminiumprofiler kan oppnås ved hjelp av mekaniske behandlingsmetoder, som f.eks. polering og børsting. Disse metodene fjerner

eventuelle ujevnheter på overflaten, gir et enhetlig utseende og muliggjør videre behandling for å oppnå forskjellige dekorative effekter.



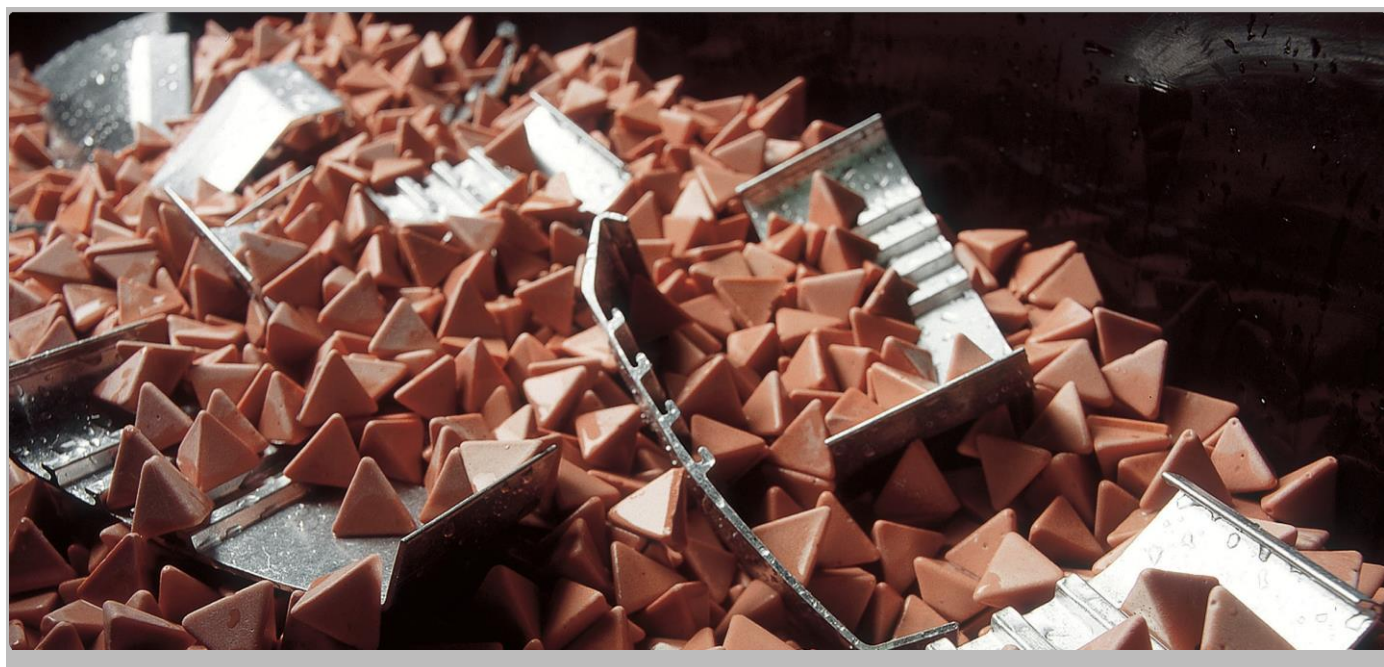
Polering

Polering er en hurtig prosess som består av sliping, smøring og forskjellige poleringsfaser som kan gjøres manuelt eller automatisk. En jevn, klar, reflekterende overflate uten riper og med høyglans kan oppnås uten å fjerne alt for mye metall.



Sliping

Sliping gir dekorative, ikke-reflekterende overflater som kan variere fra et sandblåst til et fløyelsaktig utseende. Slipte overflater bør anodiseres eller lakkeres for å hindre korrosjon.



Tromling

En velegnet metode for mindre aluminiumemner til avgrading, avrunding og til en viss grad også polering.

Elektrokjemisk overflatebehandling

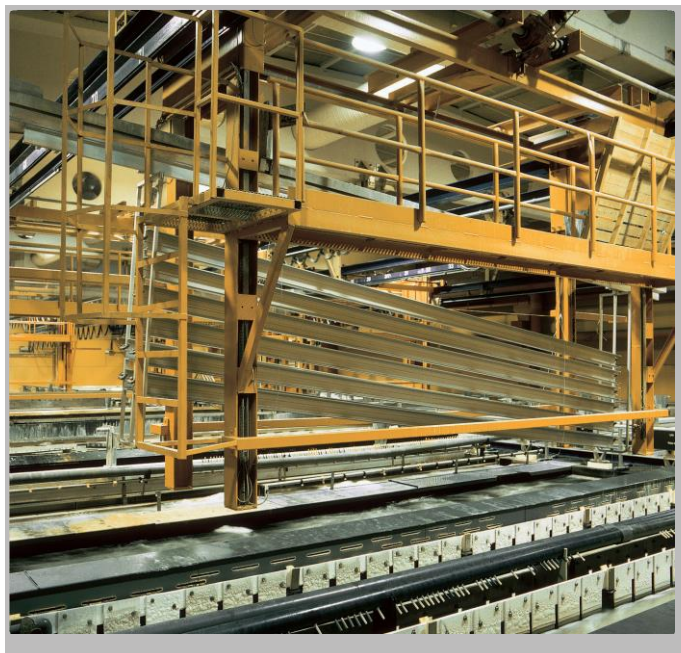
Anodisering

Anodisering er en elektrokjemisk prosess hvor det dannes et mye tykkere oksidsjikt enn det naturlige oksidsjiktet. Dermed øker motstanden mot mekanisk slitasje og mot korrosjon, og samtidig kan det skapes elektrisk isolasjon.

Under prosessen blir profilen senket ned i en elektrolytt med likestrøm der profilen utgjør anoden (derav benevnelsen "anodisering"). Ved anodiseringen dannes et meget hardt oksidsjikt som utgjør en integrert del av selve materialet.

Tykkelsen av oksidlaget er ikke bare avhengig av badets kjemiske sammensetning, men også av den anvendte strømstyrke og av anodiseringstiden.

Etter anodiseringen er de mikroskopiske porene i oksidlaget åpne, slik at materialet er mottakelig for korrosjonsangrep. Prosessen avsluttes derfor med en lukking av porene. Dette gjøres ved at profilene senkes ned i kokende vann eller ved en prosess basert på



nikkelfluorid. Den siste metoden krever mye mindre energi og er en bidragsyter ovenfor vårt miljø.

Anodiseringslaget kan også innfarges i mange forskjellige farger. Innfargingen skjer etter anodiseringen og før lukking av porene.

Egenskaper

Oksidlaget som er dannet gjennom anodisering har god korrosjonsmotstand. I forbindelse med oppløsninger med pH-verdier mellom 4 og 8,5 vil laget normalt ikke bli skadet. I kontakt med sterke alkaliske stoffer vil overflaten bli flekket og skadet. F.eks. på byggeplasser bør aluminium beskyttes mot bl.a. våt mørtel og kalk, som er alkalisk.

Aluminiums naturlige oksidlag har en tykkelse på ca. 0,02 μm . Ved anodisering kan det økes opp til ca. 25 μm .

Hardheten i det anodiserte overflatelaget overstiger hardheten for stål, nikkel og krom og svarer vanligvis til hardheten for korund. Samtidig stiger smeltepunktet i overflaten til ca. 2000°C.

Oksidsjiktet som dannes ved anodisering har gode isolerende egenskaper, og med en tykkelse på 12-15 μm kan det oppnås gjennomslagsmotstand på 500-600V. Overflatens slitestyrke og korrosjonsmotstand kan forbedres med økt tykkelse på anodiseringsjiktet. Anbefalte tykkelser for forskjellige bruksområder vises i tabellen nederst på siden.

Anodiserte profiler gir et behagelig utseende til forskjellige arkitektoniske og dekorative konstruksjoner.

Anodiserte aluminiumprofiler krever minimalt vedlikehold. Av estetiske grunner bør dog aluminiumoverflaten regelmessig rengjøres med f.eks. vann og nøytralt vaskemiddel. Sterke alkalier og syrer bør unngås.

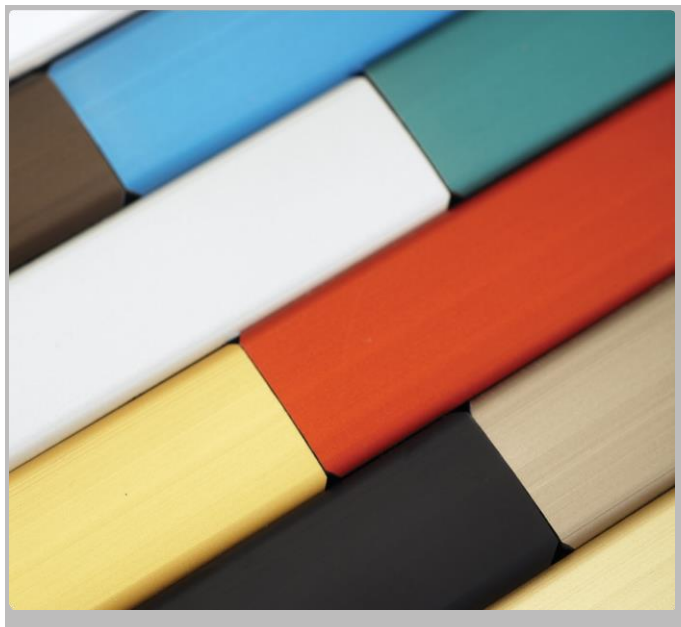
Anbefalt sjikttykkelse ved anodisering	
Sjikttykkelse μm	Anvendelsesområder
25	Overflaten er utsatt for meget kraftig påvirkning i form av korrosjon eller slitasje, særlig utendørs i korrosivt miljø
20	Kraftig eller normal påvirkning utendørs, f.eks. til bygningsmaterialer, kjøretøy og skip
20	Kraftig påvirkning innendørs av kjemikalier, i fuktig luft, f.eks. i næringsindustrien
15	Ganske kraftig slitasje innendørs, f.eks. på dørhåndtak, eller til pynteflater utendørs
10	Alminnelig påvirkning innendørs og utendørs i tørr og ren atmosfære og til reflektorer, beslag, pyntelister for kjøretøy og sportsartikler
5	Alminnelig påvirkning innendørs

Fargeanodisering

Før den endelige lukking av porene (sealing) åpner anodiseringsprosessen mulighet for innfarging av aluminiumoverflaten. I hovedsak benyttes to metoder:

Dyppinnfarging utføres i et separat trinn etter anodiseringen. Til innfarging kan såvel organiske som uorganiske fargestoffer benyttes. Prosessen avsluttes med en lukking av porene. Prosessen gir muligheter for innfarging med mange forskjellige farger. De organiske fargestoffene er ikke bestandige mot UV-stråling, og metoden er derfor best egnet til innendørs produkter.

Elektrolytisk innfarging er en annen type innfarging som også utføres i et separat trinn etter anodiseringen. Ved hjelp av vekselstrøm trenger pigmentene, som består av metallsalter, ned i porene. Deretter lukkes porene. Metoden gir farger med god UV-bestandighet og er utmerket til utendørs produkter. Fargeskalaen går fra gyllen bronse til svart.



Organisk overflatebehandling



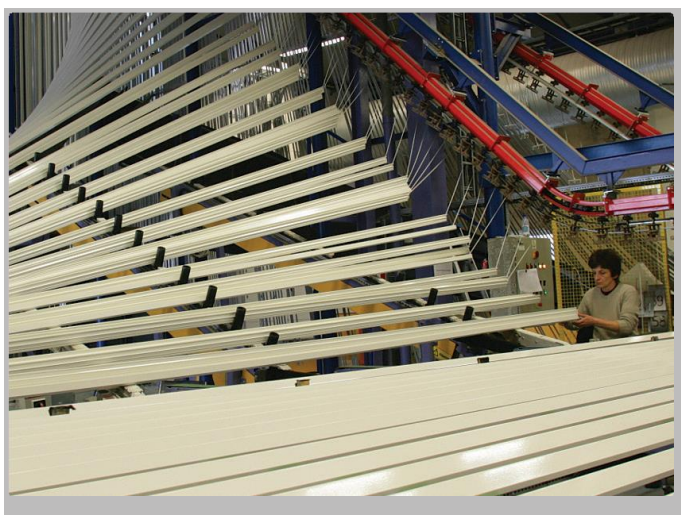
Pulverlakkering

Pulverlakkering er en løsemiddelfri og miljøvennlig metode som gir tilgang til et bredt fargespekter.

Metoden gir produkter med varierte egenskaper som:

- bredt fargespekter
- variert finish
- gode korrosjonsegenskaper
- slitasjebelegg
- glidebelegg

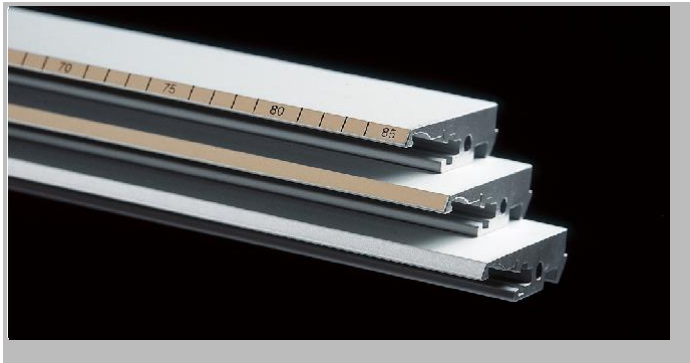
Pulverlakkering har god UV-bestandighet og egner seg derfor til utendørs produkter.



For å oppnå et fullgodt resultat er det viktig at forbehandlingen er korrekt utført. Forbehandlingen består vanligvis av avfetting samt kromfri forbehandling. Pulverlakkering gir tilgang til samtlige RAL- og NCS-farger.

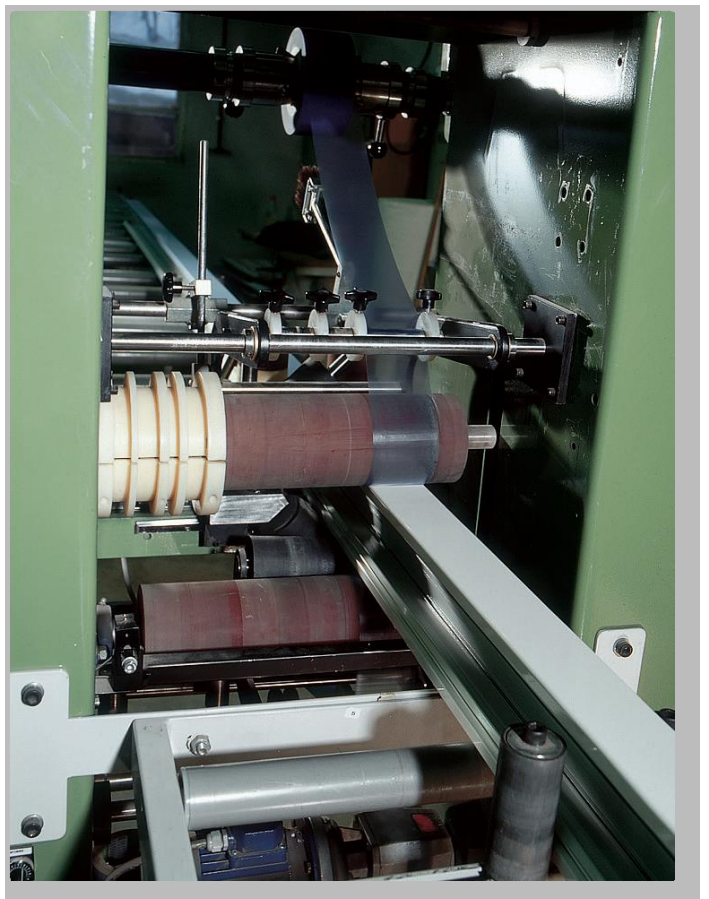
Silketrykking

Silketrykking på aluminiumprofiler gir et holdbart og dekorativt resultat. Silketrykk kan utføres på både ubehandlede og anodiserte aluminiumoverflater. Hvis silketrykkingen utføres etter anodisering men før lukking av porene, blir resultatet ekstra holdbart. Porene i oksidsjiktet absorberer trykkfargen og når porene deretter lukkes, gir det ekstra beskyttelse mot slitasje.



Foliering

De fleste profiler kan påføres beskyttelsesfilm (folie) for å beskytte synlige overflater mot skader under mekanisk bearbeiding, transport og montering. Best resultat oppnår man i påleggingsmaskiner med trykkroller som er tilpasset profilenes utforming og ved temperaturer mellom 15 og 40°C. Det må tas hensyn til tykkelsen på folien når den kommer i kontakt med prosessutstyr hvor det blir fastsatt toleranser. Filmens tykkelse er fra 50 µm og opp.



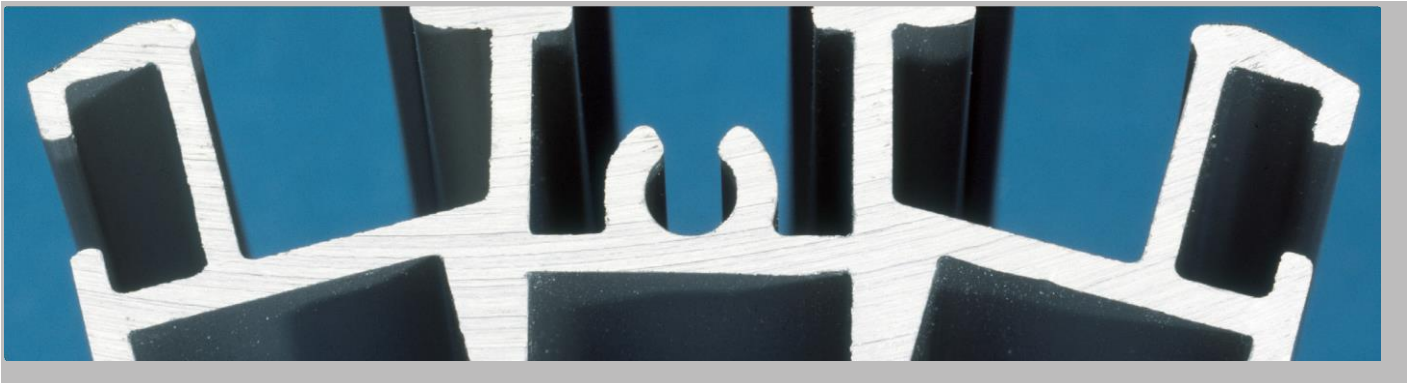
Overflatekriterier

Klasse	Definisjon	Produksjonsforskrifter Typiske bruksområder	Anbefalt legering
1	Ekstremt store overflatekrav Det må ikke vises riper, merker eller iøyenfallende strukturstriper på profilens synlige flater. Betragtningsavstand: 0,5 m. Kan ikke kjøres ut på synlig flate. Maks. lev.-lengde: Avtales	Super kvalitet Individuell, adskilt håndtering i alle ledd. Synlig flate beskyttes godt ved pakking. Pyntelister, bilderammer, radio/TV-fronter.	6060
2	Meget store overflatekrav Det må ikke vises riper, merker eller iøyenfallende strukturstriper på profilens synlige flater. Betragtningsavstand: 1,0 m. På ikke synlige flater: Kval. 3. Bør ikke kjøres ut på synlig flate.	Meget høy lakk-/anodiseringskvalitet Synlig flate beskyttes ved pakking. Pyntelister, bilderammer, radio/TV-fronter, eksklusive møbler, kjøkken, bad.	6060 (6063)
3	Store overflatekrav Det må ikke vises iøyenfallende strukturstriper eller andre skader på profilens synlige flater. Betragtningsavstand: 2,0 m. Grafittstriper og andre små skader fra utløpsbordet tillates på synlige flater. På ikke synlige overflater: Kval. 4. Fri for spon.	Høy lakk-/anodiseringskvalitet Synlig flate beskyttes ved pakking. Kan produseres med synlig flate ned mot bord. Kan med omtanke legges i hverandre ved pressing, strekking, kapping. Skader/merker som forsvinner ved anodisering kan godtas på synlige flater. Møbler, lamper, kjøkken, bad, vinduer, dører, butikkinnredninger.	6060 6063 (6005)
4	Normale overflatekrav Det må ikke vises iøyenfallende riper, merker eller andre skader på profilens synlige flater. Betragtningsavstand: 4,0 m.	Normalkvalitet Finmekaniske deler, innvendige deler til radio/TV, byggsystemer utenom vinduer og dører, balkonger, markiser, gjerder, stiger, standardprofiler.	Alle
5	Små/ingen overflatekrav Betragtningsavstand: 6,0 m. Blemmer og sprekker tillates ikke.	Konstruksjonskvalitet Konstruksjonselementer, deler til grov mekanisk bearbeiding. Standardprofiler.	Alle

Overflatekvaliteter, lakkerte profiler

Lakk-klasse	Definisjon, lakkert overflate	Minimumskrav til profil før lakkering Klasse:
L1 – Meget høy	Primærflater: Betragtningsavstand: 1,0 m. Ingen unøyaktigheter i lakk aksepteres. Sjikttykkelse, gjennomsnitt 60-100 µm. Sekundærflater: Sjikttykkelse, gjennomsnitt 30-60 µm.	3
L2 – Høy	Primærflater: Betragtningsavstand: 1,0 m. Mindre unøyaktigheter i lakk aksepteres. Sjikttykkelse, gjennomsnitt 60-100 µm. Sekundærflater: Sjikttykkelse, gjennomsnitt 30-60 µm.	4
L3 – Normal	Primærflater: Betragtningsavstand: 3,0 m. Små unøyaktigheter i lakk aksepteres. Sjikttykkelse, gjennomsnitt 60-100 µm. Sekundærflater: Sjikttykkelse, gjennomsnitt 30-60 µm.	4

Toleranser



Vi benytter oss av mål- og formtoleranser i henhold til CEN-europeiske standardiseringsorganisasjonen; profilnorm EN 755-9. På de følgende sidene kommer et utdrag fra

denne normen. Mulige toleranser påvirkes av profilutforming, godstykkelse og legering. For dypere informasjon refererer vi til den komplette normen eller til vår tekniske support.

Legeringsgrupper

Legeringer er oppdelt i to grupper etter vanskelighetsgraden ved å produsere disse. Denne oppdelingen finnes i tabell 1 nedenfor.

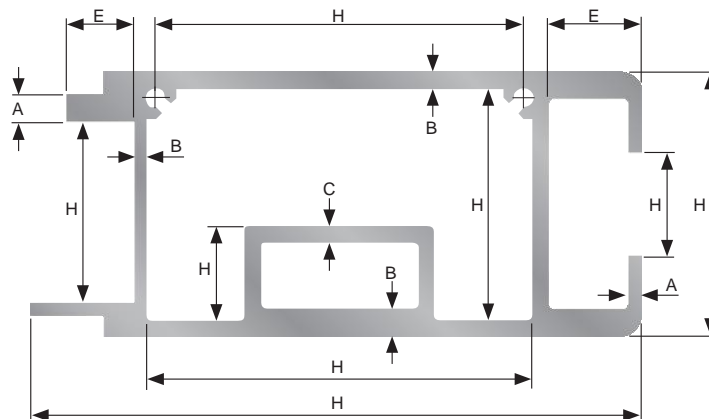
Tabell 1

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

Toleranser

Toleranser på følgende mål spesifiseres i kommende tabeller 2-5.

- A:** Veggykkelse bortsett fra de sammenhengende med hulrom i hulprofiler.
- B:** Veggykkelse tilhørende hulrom bortsett fra veggykkelse mellom to hulrom.
- C:** Veggykkelse mellom to hulrom i hulprofiler.
- E:** Lengden på det korteste benet, profiler med åpne ender.
- H:** Alle mål, bortsett fra veggykkelse, mellom to punkter i profilens tverrsnitt eller mellom senter på to åpne skruespor.



Toleranser på andre mål enn veggtykkelse

Tabell 2 – Toleranser for massive og hulprofiler – Legeringsgruppe 1.

Mål i mm.

Dimensjon H		Toleranser for H gjeldene omskrevet sirkel CD'			
Over	Opp til og med	$CD \leq 100$	$100 < CD \leq 200$	$200 < CD \leq 300$	$300 < CD \leq 500$
–	10	$\pm 0,25$	$\pm 0,30$	$\pm 0,35$	$\pm 0,40$
10	25	$\pm 0,30$	$\pm 0,40$	$\pm 0,50$	$\pm 0,60$
25	50	$\pm 0,50$	$\pm 0,60$	$\pm 0,80$	$\pm 0,90$
50	100	$\pm 0,70$	$\pm 0,90$	$\pm 1,1$	$\pm 1,3$
100	150	–	$\pm 1,1$	$\pm 1,3$	$\pm 1,5$
150	200	–	$\pm 1,3$	$\pm 1,5$	$\pm 1,8$
200	300	–	–	$\pm 1,7$	$\pm 2,1$
300	450	–	–	–	$\pm 2,8$

* For gapmål med store gapdybder, kommer et tillegg i henhold til verdiene i tabell 4, se fig 3 og 4.

Tabell 3 – Toleranser for massive og hulprofiler – Legeringsgruppe 2.

Mål i mm.

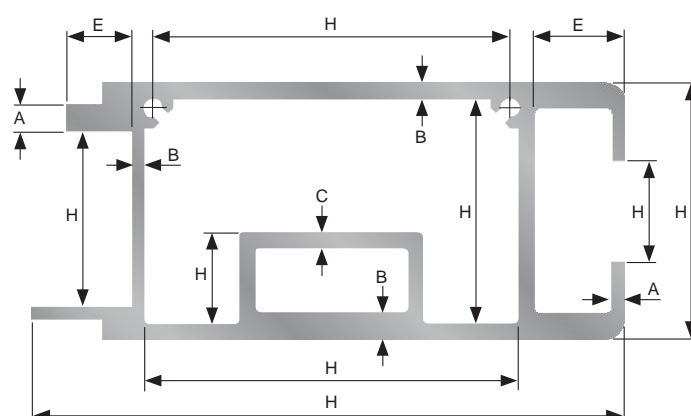
Dimensjon H		Toleranser for H gjeldene omskrevet sirkel CD'			
Over	Opp til og med	$CD \leq 100$	$100 < CD \leq 200$	$200 < CD \leq 300$	$300 < CD \leq 500$
–	10	$\pm 0,40$	$\pm 0,50$	$\pm 0,55$	$\pm 0,60$
10	25	$\pm 0,50$	$\pm 0,70$	$\pm 0,80$	$\pm 0,90$
25	50	$\pm 0,80$	$\pm 0,90$	$\pm 1,0$	$\pm 1,2$
50	100	$\pm 1,0$	$\pm 1,2$	$\pm 1,3$	$\pm 1,6$
100	150	–	$\pm 1,5$	$\pm 1,7$	$\pm 1,8$
150	200	–	$\pm 1,9$	$\pm 2,2$	$\pm 2,4$
200	300	–	–	$\pm 2,5$	$\pm 2,8$
300	450	–	–	–	$\pm 3,5$

* For gapmål med store gapdybder, kommer et tillegg i henhold til verdiene i tabell 4, se fig 3 og 4.

Tabell 4 – Tillegg på gapmål H for legeringsgruppe 1 og 2.

Mål i mm.

Benlängd E		Tillegg til toleranse i tabell 2 og 3 for gapmål H , for profiler med åpne ender
Over	Opp til og med	
–	20	–
20	30	$\pm 0,15$
30	40	$\pm 0,25$
40	60	$\pm 0,40$
60	80	$\pm 0,50$
80	100	$\pm 0,60$
100	125	$\pm 0,80$
125	150	$\pm 1,0$
150	180	$\pm 1,2$
180	210	$\pm 1,4$
210	250	$\pm 1,6$
250	–	$\pm 1,8$

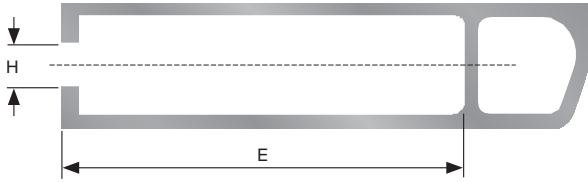


- A: Veggtykkelse bortsett fra de sammenhengende med hulrom i hulprofiler.
- B: Veggtykkelse tilhørende hulrom bortsett fra veggtykkelse mellom to hulrom.
- C: Veggtykkelse mellom to hulrom i hulprofiler.
- E: Lengden på det korteste benet, profiler med åpne ender.
- H: Alle mål, bortsett fra veggtykkelse, mellom to punkter i profilens tverrsnitt eller mellom senter på to åpne skruespor.

Eksempel 1

Mål H : 30mm; Mål E : 50mm; Omskreven sirkel, CD opp til 100mm, legeringsgruppe 1.

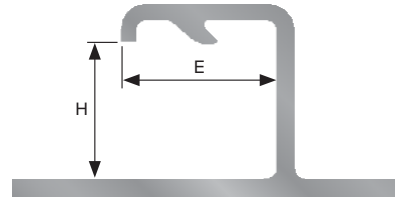
Toleranse H i henhold til tabell 2 er $\pm 0,5$ mm, pluss tilleggsteransen i tabell 4 $\pm 0,4$ mm gir den totale toleransen på mål $H = \pm 0,9$ mm.



Eksempel 2

Mål H : 60mm; Mål E : 70mm; Omskreven sirkel, CD 100 opp til 200mm, legeringsgruppe 2.

Toleranse H i henhold til tabell 3 er $\pm 1,0$ mm, plus tilleggsteransen i tabell 4 $\pm 0,5$ mm gir den totale toleransen på mål $H = \pm 1,5$ mm.



Toleranser på veggykkelser

Tabell 5 – Toleranser på veggykkelser for profiler med omskreven sirkel opp til og med 300mm. Legeringsgruppe 1.

Mål i mm.

Nominell veggykkelse A, B eller C		Toleranse på veggykkelse					
		Veggykkelse A Omskreven sirkel CD		Veggykkelse B* Omskreven sirkel CD		Veggykkelse C Omskreven sirkel CD	
Over	Opp til og 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	–	–	–	–

* For sømløse hulprofiler gjelder veggykkelse C.

Tabell 6 – Toleranser på veggykkelser for profiler med omskreven sirkel opp til og med 300mm. Legeringsgruppe 2.

Mål i mm.

Nominell veggykkelse A, B eller C		Toleranse på veggykkelse					
		Veggykkelse A Omskreven sirkel CD		Veggykkelse B* Omskreven sirkel CD		Veggykkelse C Omskreven sirkel CD	
Over	Opp til og 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	–	–	–	–

* For sømløse hulprofiler gjelder veggykkelse C.

Lengdetoleranser

Toleranser for profillengder angis i tabellen nedenfor.

Tabell 7 – Toleranser for fast lengde

Mål i mm.

Omskrevne sirkel CD		Toleranser for fast lengde L			
Over	Opp til og med	$L \leq 2000$	$2000 < L \leq 5000$	$5000 < L \leq 10000$	$10000 < L \leq 15000$
–	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

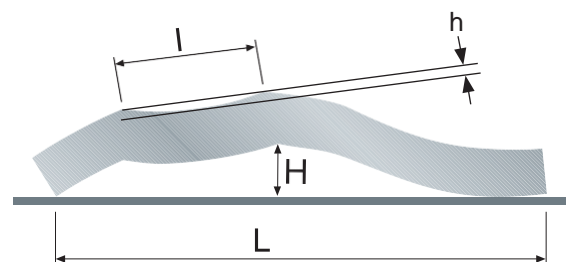
Hvis faste lengder ikke er spesifisert, leveres profilene i fallende lengder. Intervaller og toleranser skal da overenskommes mellom kjøper og leverandør.



Formtoleranser

Retthet

Retthetstoleransen H må ikke overstige 1,5mm/m profil, dvs. 6mm avvik for en 4 m profillengde. Lokalt avvik h må ikke overstige 0,6mm/300mm.



Avvik fra retthet, H og h , skal måles som vist i figur over med profilen plassert på et horisontalt underlag slik at dens egenvekt reduserer avviket.

Konveksitet – konkavitet

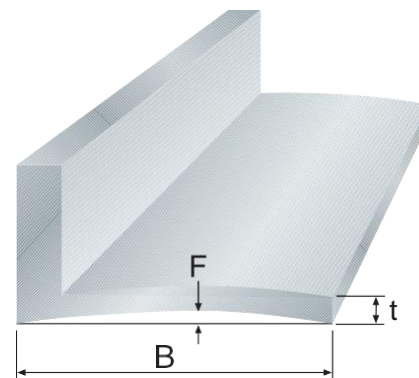
Tabell 8 – Toleranser for konveksitet – konkavitet

Mål i mm.

Bredde B		Avvik F		
Over	Opp til og med	Hulprofil*		Massiv profil
		Veggtykkelse $t \leq 5$	Veggtykkelse $t > 5$	
–	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

* Ved varierende veggtykkelse skal minste veggtykkelse brukes.

Ved bredder B over 150mm skal lokale avvik ikke overstige 0,7mm/100mm.



Konveksitet – konkavitet skal måles ihht figur over med profilen plassert på et horisontalt underlag slik at dens egenvekt reduserer avviket.

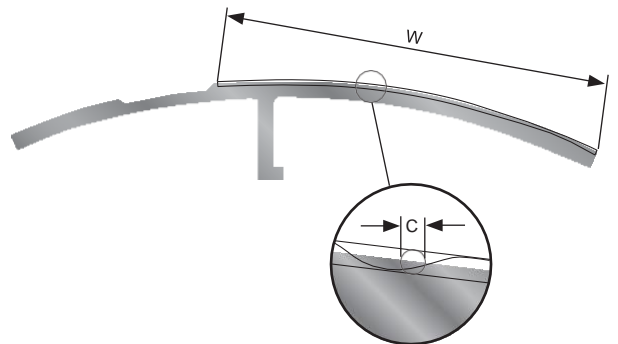
Kontur

For profiler med buet kontur, skal ikke avviket fra en teoretisk korrekt linje, definert på tegning, være større enn toleranse C i tabell 9. Alle punkter på konturet skal være innenfor et toleranseområde definert som to parallelle linjer som tangentielt dekker inn en sirkel med diameter C med sitt senter på den teoretisk korrekte linjen.

Tabell 9 – Toleranser for kontur

Mål i mm.

Bredde kontur W		Konturtoleranse = diameter C i toleransesirkelen
Over	Opp til og 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 kontrolleres ved å bruke maler eller ved å plassere profilen på tegning med konturtoleransene tegnet.

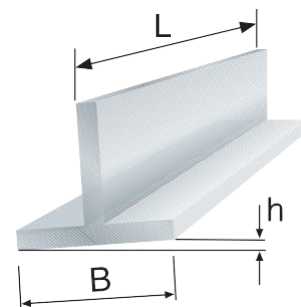
Vridning

Vridningstoleranser er en funksjon av profilbredde B og profilengde L som vist i tabell nedenfor

Tabell 10 – Toleranser for vridning

Mål i mm.

Bredde B		Vridningstoleranse h for lengde L		
Over	Opp til og med	Per 1000*	På total profilengde L	
			Over 1000 og inkludert 6000	Over 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 skal måles ihht figur over med profilen plassert på et horisontalt underlag slik at dens egenvekt reduserer avviket. Maksimalt avstand mellom hvilken som helst punkt langs lengden måles mellom profilens bunnflate og underlaget.

* Vridningstoleranser for lengder mindre enn 1000mm skal overenskommes mellom kjøper og leverandør.

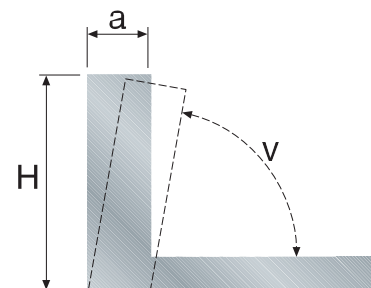
Vinkel

Vinkeltoleranser for rette vinkler ihht tabell nedenfor som en funksjon av mål H .

Tabell 11 – Vinkeltolerans for rette vinkler

Mål i mm.

Bredde H		Maksimalt avvik a fra rett vinkel
Over	Opp til og 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



Vinkeltoleranse ved andre vinkler v enn rette vinkler gjelder $\pm 1^\circ$.

* Vinkeltoleranser for profiler med H over 400mm skal overenskommes mellom kjøper og leverandør.

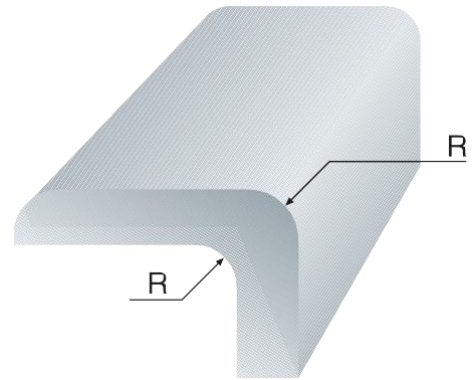
Hjørne- og hulkilsradier

Ved spesifiserte radier gjelder toleranser ihht tabell nedenfor.

Tabell 12 – Maksimale tillatte avvik fra spesifiserte hjørne- og hulkilsradier

Mål i mm.

Angitt radie	Maksimale tillatte avvik fra angitt radie
≤ 5	± 0,5 mm
> 5	± 10 %



CEN – europeiske standardiseringsorganisasjonen

CEN sine medlemmer er de nasjonelle standardiseringsorganisasjonene i Belgia, Bulgaria, Danmark, Estland, Finland, Frankrike, Hellas, Holland, Irland, Island, Italia, Kroatia, Kypros, Latvia, Litauen, Luxembourg, Makedonia, Malta, Norge, Polen, Portugal, Romania, Schweiz, Slovakia, Slovenia, Spania, Storbritannia, Sverige, Tsjekkia, Tyrkia, Tyskland, Ungarn og Østerrike. www.cen.eu

Utdraget over publiseres med tillstand fra SIS Förlag, kundtjeneste: sis.sales@sis.se

Alle rettigheter til å bruke materialet over hele verden, uansett form eller på hvilket vis det skjer, tilhører CEN sine nasjonelle medlemmer.

Bearbeidingstoleranser

For bearbeiding benytter RA toleranser i henhold til NS-ISO 2768 – 1 Middels



I samsvar med vårt kvalitetssikringssystem IATF 16949 gjennomgår vår profil- og komponentproduksjon regelmessige kvalitets- og toleransekontroller.