



Handboek: Constructief meedenken

Tips, trucs en praktische aanwijzingen om slimmer met plaatwerkconstructies om te gaan en daarmee de maakbaarheid te vergroten en de kostprijs te verlagen.

KEPSEK
making metal matter

Inhoud



Inleiding

Onze werkwijze

1 Tekeningen

2 Materiaalkeuze plaat

3 Constructietips

4 Nokken

5 Knippen

6 Lasersnijden

7 Boren

8 Buigen

9 Walsen

10 Lassen

11 Verbinden

12 Conserveren

Nawoord en disclaimer

Inleiding

“Constructief meedenken”. De titel van dit handboek vat perfect samen waar wij voor staan. Het vinden van kostenbesparende en creatieve oplossingen voor technische problemen, is onze specialiteit.



Kepser, aangenaam. Sinds 1958 is Kepser uitgegroeid tot een allround toeleverancier voor de metaalindustrie. Wij voorzien veeleisende opdrachtgevers van klantspecifieke producten in staal, RVS en aluminium. Prototypes, enkelstuks en kleine series met een repeterend karakter. Van halffabrikaten en plaatwerkmodules tot complete eindproducten.

Om een volwaardige, flexibele en betrouwbare toeleverancier te kunnen zijn, besteden we veel aandacht aan ons machinepark. In onze productiehallen in Cuijk hebben we heel wat aan moderne techniek bij elkaar gebracht. De lay-out van onze productiehallen is bovendien gebaseerd op de logica van de materiaalstroom. De routing van de meeste producten is daardoor in lijn met de opstelling van de machines.

De technologische ontwikkelingen op het gebied van plaat- en profielbewerking gaan hard. Te hard om u hier een volledig overzicht van ons machinepark te geven. Vandaar dat wij u voor onze machinelijst verwijzen naar www.kepser.nl. De lijst die u daar vindt, geeft een compleet en actueel

overzicht van onze bewerkingsmogelijkheden.

We investeren overigens niet alleen in machines, maar ook in software, samenwerking, methodes en – misschien wel het belangrijkste – mensen. En dat werpt z'n vruchten af. Laten we van alle vier een voorbeeld geven:

- Ons CAD-, CAM- en ERP-systeem zijn zowel aan elkaar als aan ons machinepark gekoppeld.
- Door goed samen te werken met onze opdrachtgevers kunnen we 'slim' produceren en de maakbaarheid van producten vergroten.
- Een geavanceerd productiebesturingssysteem, dat ons op elk gewenst moment inzicht geeft in het productieverloop, garandeert korte doorlooptijden.
- Doordat onze mensen over een enorme hoeveelheid kennis van (maar ook een permanente nieuwsgierigheid naar) de nieuwste productietechnieken beschikken, kunnen we producten constant vereenvoudigen, verfijnen en goedkoper maken.

Hierna volgen nog enkele pagina's over onze werkwijze in het algemeen. In de volgende hoofdstukken vindt u uitleg over de verschillende productieprocessen van Kepser, evenals de nodige informatie en kennis waarover wij op deze verschillende gebieden beschikken. Daarmee willen wij u helpen uw producten de eerste keer al maakbaar te ontwerpen. Voor het ontwerp van complexe delen en met vragen over de maakbaarheid van uw product kunt u te allen tijde contact opnemen met Kepser.

Kepser

Simon Homburgstraat 12

Postbus 70

5430 AB Cuijk

T:(0485) 33 60 60

F:(0485) 33 60 20

E-mail: welkom@kepser.nl

Website: www.kepser.nl

Onze werkwijze

Van het eerste contact tot de levering van een product

Kepser streeft naar langdurige relaties met tevreden klanten. Tijdens een eerste kennismaking bespreken we naast uw persoonlijke wensen met betrekking tot het product daarom ook de methode van inkopen of uitbesteden van uw organisatie en de productiewijze van de onze. Hierdoor weten we vooraf al precies wat we van elkaar kunnen, mogen of moeten verwachten.

Om tot goede prestaties te komen, is het belangrijk dat we over de volgende onderwerpen overeenstemming hebben en dat we afspraken daarover helder vastleggen:

- Uitwisselingswijze van de tekeningen
- Aantallen en bestelfrequentie
- Kwaliteit
- Prijs
- Levertijd
- Verpakking
- Documenten
- Leveringswijze
- Contactpersonen en hun verantwoordelijkheden
- Wijze van het wijzigingsbeheer van producten en/of tekeningen

Uitwisselingswijze van de tekeningen

Digitaal aanleveren heeft de voorkeur. Vervolgens slaan wij de tekeningen digitaal op. Vooraf spreken we af, of tekeningen automatisch met een order of aanvraag worden meegestuurd, of op afroep beschikbaar zijn. Voor Kepser bruikbare converteerbare formaten zijn IGES, STEP, DXF, DWG en, voor niet te wijzigen documenten, Tiff of PDF. Handmatige schetsen, tekeningen en modellen worden door de engineering-afdeling van Kepser in het CAD-systeem omgezet. Alle producttekeningen worden gecontroleerd en, indien nodig, geschikt gemaakt voor productie. Het bepalen van de correcte plaatuitslag voor Kepser vindt plaats met behulp van het 3D CAD-model.

Aantallen en bestelfrequentie

De organisatie, productietechnieken, gereedschappen en hulpmiddelen van Kepser zijn van een niveau, dat je van een moderne leverancier van plaat- en profielwerk mag verwachten. Kepser heeft de universele gereedschappen en technieken in huis, om op een verantwoorde wijze en tegen de juiste prijs onderdelen te kunnen vervaardigen, van enkelstuks tot kleine series. De organisatie is verder deels ingericht op het repeterende karakter. Een inschatting van seriegrootte en aantal bestellingen zijn onder meer belangrijk bij de bepaling van de fabricagemethode en de daarbij behorende prijs.

Kwaliteit

Om tot een correcte prijs te komen is het zaak dat de gewenste productkwaliteit bekend is. De vereiste toleranties, maar ook de afwerking van het product zoals braamvrij, kanten gebroken, krasvrij... En verder, eventueel de conservering of oppervlaktebehandeling, wijze van lassen (laslengtes, -hoogtes en -afwerking), identificatie en overige eisen.

Prijs

Voor een correcte financiële afhandeling van de levering is het belangrijk om de afspraken vast te leggen. Denk vooral aan mogelijkheden zoals offerte met vaste prijs, prijs op basis van nacalculatie, staffelprijzen, stuks- en instelkosten. Dit geldt ook voor de verschillende betalingstermijnen en/of -kortingen en de geldigheidsduur van de prijzen.

Levertijd

In een offerte zal de levertijd met voorwaarden bij eventuele opdracht beschreven staan. Maar deze kan ook onderling worden overeengekomen. Bij ontvangst van een opdracht zullen wij de leveringsdatum schriftelijk bevestigingen. Onvoorziene afwijkingen in de voortgang van de

productie geeft de afdeling logistiek tijdig aan u door.

Verpakking

Indien geen aanvullende eisen zijn gesteld, leveren we de producten deugdelijk verpakt op houten pallets of in dozen aan, zodat ze niet beschadigd raken tijdens het transport. Als u naast uw eventueel toegeleverde verpakkingsmiddelen nog andere verpakkingsvormen wenst, zoals het verpakken in kratten, dan zullen de kosten hiervoor separaat in rekening worden gebracht.

Documenten

De verzending van de producten gaat vergezeld van een verzendadvies (pakbon) met daarop minimaal vermeld het bestelnummer, aantal stuks, artikelnummer en tekeningnummer. Aanvullend kunnen we nog het projectnummer of locatie-nummer afdrukken. Ook de producten zijn, indien gewenst, voorzien van een sticker of label met daarop deze gegevens.

Leveringswijze

Tenzij uitdrukkelijk anders overeengekomen, zijn alle leveringen en prijzen af fabriek. Wanneer wij op uw uitdrukkelijk verzoek toch het transport regelen, worden de kosten voor het versturen, de kosten van de bode of de speciale vrachtkosten bij u in rekening gebracht als afzonderlijke factuur-regel. Bij de gereedmelding van de order, kunt u alsnog de definitieve wijze van verzending van de betreffende order opgeven aan onze logistiek medewerker.

Contactpersonen en hun verantwoordelijkheden

Relatiebeheerder: algemeen contactpersoon, technisch en financieel eindverantwoordelijk voor onze relatie met u.

Engineer: verantwoordelijk voor de productiemethode van uw product, naar aanleiding van ontvangen informatie en tekening.

Logistiek medewerker: verantwoordelijk voor levertijd, compleetheid en wijze van verzending.

Wijze van het wijzigingsbeheer van producten en/of tekeningen

Daar onze organisatie is ingericht op een repeterend karakter is het van belang, dat bekend is op welke wijze artikelen en tekeningen in het algemeen gewijzigd worden. Verder is het belangrijk te weten of de gemelde tekenfouten, verbeteringsvoorstellen e.d. ook bij u worden gecorrigeerd en/of doorgevoerd. Ook moet de aanpassing worden doorgevoerd in de artikel- en/of tekeningcodering d.m.v. letter of cijfer. Onze procedures zijn hierop afgestemd.

Productievoorbereiding

Als de afspraken gemaakt zijn, kunnen we na de voorbereiding met behulp van ons 3D-CAD systeem HiCAD, overgaan tot het vastleggen van de productiemethode. Naast de materiaallijsten wordt de route van de producten (bewerkingen zoals lasersnijden, kanten etc.) met de daarvoor benodigde tijden ingevoerd in het productiebesturingssysteem ISAH. Voor de aansturing van de lasersnijmachines wordt gebruik gemaakt van het CAM-programma WiCAM. Hierdoor kunnen we de producten en de processen van de start tot het einde organiseren en volgen. Bij de eerste opdracht en bij herhalingsorders.



1 tekeningen

Om onduidelijkheden en productiefouten te voorkomen, werkt Kepser volgens de NEN-normen. Deze zijn aan te vragen bij het Nederlands Normalisatie-instituut (www.nen.nl). In dit handboek verwijzen we naar de bijbehorende NEN-normen waar deze van toepassing zijn, maar geven we ook informatie ter aanvulling dan wel verduidelijking waar de normen dat ons inziens behoeven.

Een technische tekening mag voor de persoon op de werkvloer aan duidelijkheid niets te wensen overlaten. Bij tekeningen is het daarom essentieel, de juiste maatvoeringen en toleranties duidelijk en netjes aan te geven. In verband met de productiebesturing, de programmering van CNC-machines en om een en ander (met name bij gebruik van onderdelen in verschillende producten) overzichtelijk te houden, genieten mono-tekeningen de voorkeur.

Uitwisseling CAD pakket

Hi-CAD kan de volgende formaten inlezen en exporteren: DXF, DWG, STEP, MTA, VDAIS, VDAFS, CATIA, VRML, FEM. Om CAM-codes voor CNCgestuurde machines te genereren, kunnen zowel 2D formaten als 3D modellen worden gebruikt.



Algemeen

- Zorg ervoor dat contouren gesloten zijn.
- Gebruik geen dubbele contourlijnen, de laser snijdt deze dubbel.
- Houd bij het programmeren van lasergesneden producten rekening met de plaats van insteek, desnoods door aan te geven waar de insteek absoluut niet mag zitten. De insteek zorgt namelijk meestal voor een oneffenheid aan het product, wat hinderlijk kan zijn voor de functie van het product of voor vervolgbewerkingen. (Fig. 1.1)

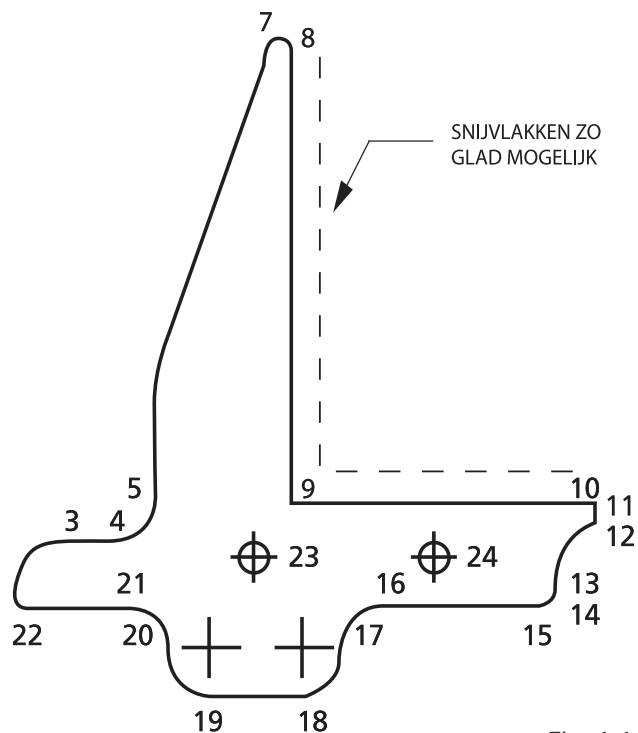


Fig. 1.1

- Lever bij voorkeur aan op schaal 1:1.
- Druk tekeningen bij voorkeur af op A3 of A4.
- Op het moment van tekenen moet bekend zijn of het product/de plaat voorzien is van folie. Houd er rekening mee dat folie van bovenaf gesneden wordt.
- Houd er rekening mee dat tranenplaat gesneden wordt met de gladde kant boven.
- Geef tapgaten aan met een 3/4 cirkel om het geboorde gat.
- Teken maatgetolereerde gaten en contouren in het midden van het tolerantieveld.
- Hanteer een functionele maatvoering (volgens de omschrijving in hoofdstuk 3).
- Teken voldoende aanzichten.
- Gebruik mono-tekeningen.
- Vermeld aantallen in de stuklijst op basis van enkelstuks. Hierdoor is in de stuklijst duidelijk zichtbaar hoeveel onderdelen er nodig zijn en hoeft er niet naar een lager niveau gekeken te worden. (Fig. 1.2)

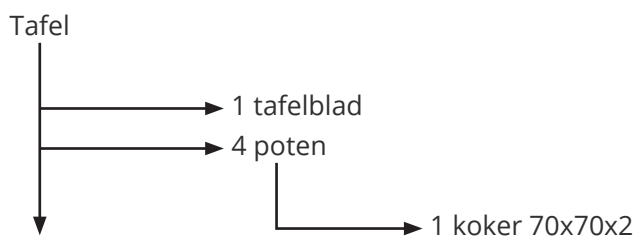
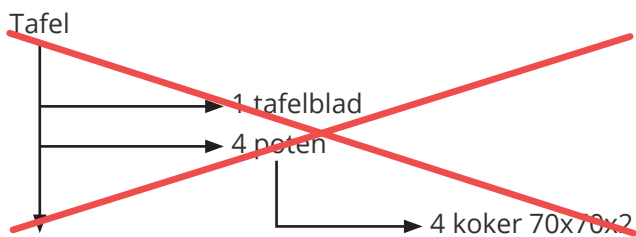


Fig. 1.2

De tekening

Titelblok

Inschrijving volgens NEN 5308.



- Zorg ervoor dat tekeningen (bestanden) identificeerbaar zijn. Ze moeten voorzien zijn van tekeningnummer, revisienummer, datum en omschrijving van het product of project.
- Vermeld bij het revisienummer bij voorkeur ook de aard van de wijziging en de revisiedatum.
- Vermeld de referentietekening als de tekening van een ander product is afgeleid (lengtevariant, spiegelbeeld).
- Kies voor een begrijpelijke productnaam (noem bijvoorbeeld niet alles 'plaat').

Maatinschrijven

Technische tekeningen bematen volgens ISO 129.

Inschrijving maatlijnen

Technische tekeningen, algemene principes voor weergave maatlijnen, volgens NEN-ISO 128.

Schrift bij bematingen

Technische productdocumentatie schrift volgens NEN-ISO 3098.



Aangeven van maten

- Schrijf de maten in op de plaats waar men ze bij het maken van het werkstuk zal zoeken, dus in die projectie waarin de vorm of het profiel van het werkstuk het duidelijkst tot uitdrukking komt.
- Als er bij de productie nog gerekend moet worden om bepaalde maten te achterhalen, zouden er fouten kunnen optreden. Houd bij de bemating daarom al rekening met het produceren van het product. Kies bij boren en lassen voor absolute bemating. (Fig. 1.3)

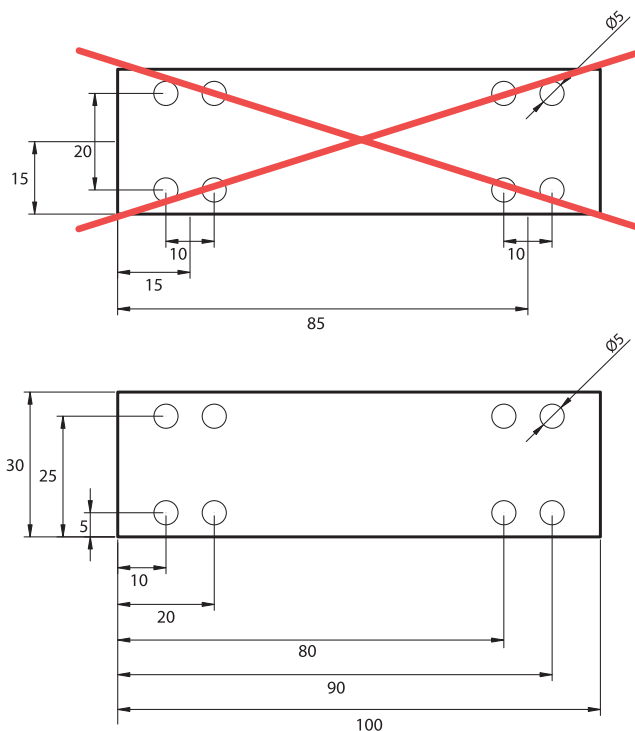


Fig. 1.3

- Kies bij zetten voor kettingmaten van buiglijn tot buiglijn. (Fig. 1.4)
- Vermeld de totale lengtemaat van een werkstuk.
- Houd in- en uitwendige maten gescheiden. Plaats de lengtematen die betrekking hebben op de inwendige afmetingen boven de figuur en de lengtematen met betrekking tot de uitwendige afmetingen eronder.
- Vermeld de zetradius niet als deze niet belangrijk is. Algemeen mag $R_i=S$ worden aangehouden.
- Bemaat functioneel: gebruik toleranties op bewerkingen die haalbaar zijn en tolereer niet kleiner dan noodzakelijk voor het te gebruiken doel.

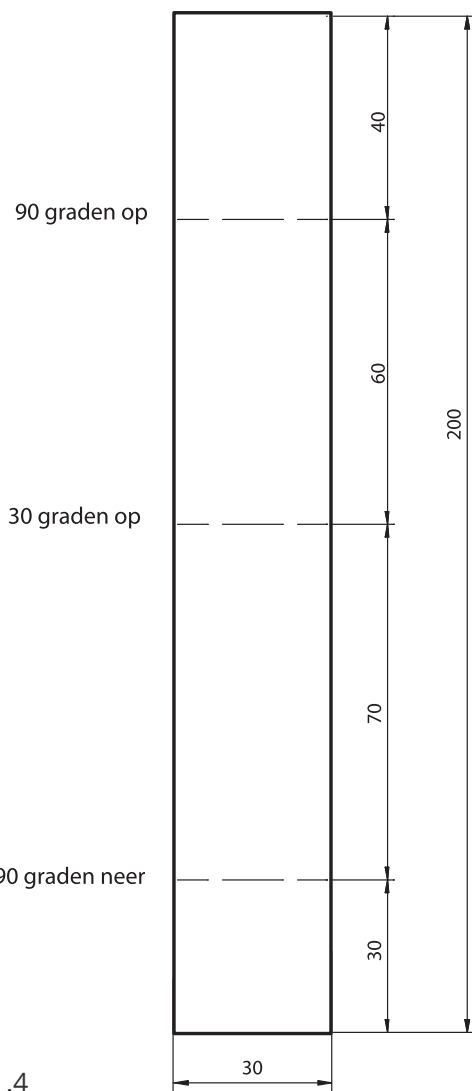


Fig. 1.4

Vorm- en plaatstoleranties

Technische tekeningen vorm- en plaatstoleranties volgens NEN-ISO 1101.

Passingen en maattoleranties

ISO passingstelsel, grondslagen van toleranties, grensmaatafwijkingen en passingen volgens NENISO 286. Voorkeurspassingen volgens NEN 2807.



Kies maattoleranties zeker niet te krap, dit verhoogt de productiekosten.

Ruwheden

Geometrische productspecificatie aanduiding van oppervlaktegesteldheid in technische product-documentatie volgens NEN-EN-ISO 1302.

Lasaanduidingen

Symbolische weergave las- en soldeerverbindingen op tekeningen volgens NEN-ISO 2553.

Lasproces volgens NEN-EN-ISO 4063.

Kwaliteitsniveau volgens NEN-EN-ISO 5817 en NEN-ISO 10042.

Laspositie volgens NEN-EN-ISO 6947.

Lastoevoegmateriaal volgens NEN-EN-ISO 544, ISO 2560 en ISO 3581.

2 materiaalkeuze plaat

In de tabellen in dit hoofdstuk zijn de bij Kepser meest gebruikte plaatmaterialen vastgelegd. Afwijkende materialen zijn bespreekbaar. De platen zijn op voorraad in de standaardafmetingen 2000 x 1000, 2500 x 1250 en 3000 x 1500 mm. Grotere en tussenmaten op aanvraag. De platen zijn in verschillende uitvoeringen (vlakke plaat, geperforeerde plaat, tranenplaat) en plaatdiktes verkrijgbaar. De meest voorkomende plaatdiktes zijn altijd in diverse kwaliteiten op voorraad.

Daarnaast heeft Kepser een uitgebreid assortiment profielen op voorraad:

- Balk-, L-, U- en platstaalprofielen in de kwaliteiten S235JRG2 en S355JO.
- Ronde buizen in blanke, koudgewalste of warmgewalste uitvoering in de kwaliteiten ST 33, ST 35, ST 37 en ST 52 (in gelaste en naadloze uitvoering).
- Rechthoekige en vierkante buizen in blanke, koudgewalste of warmgewalste uitvoering in de kwaliteiten ST37-2, ST 44-3 en ST 52-3.
- Andere profielen (bijvoorbeeld rails en open doos) op aanvraag.

Staal

In dit handboek worden de meest gangbare staalsoorten behandeld. Voor advies met betrekking tot de keuze van het plaatmateriaal kunt u contact opnemen met Kepser.

Warmgewalst staal

Vanaf 3 mm wordt staalplaat warm gewalst en geleverd in gebeitste, geoliede of gestraalde toestand. Warmgewalste plaat is uitstekend te gebruiken voor vervormingsdoeleinden. Het heeft namelijk geen walshuid waardoor minder gereedschapslijtage en vervuiling optreedt.

Materiaal-nummer	Staal	Treksterkte N/mm ²	Plaatdikte (mm)
1.0037	S235JR	340-470	3 t/m 10
1.0038	S235JR	340-470	12 en dikker
1.0570	S355J2G3	510-680	3 t/m 100

Kepser maakt onderscheid tussen normale staalplaten en laserkwaliteit platen. Laatstgenoemde bezitten gunstigere eigenschappen voor het snijden: een hogere zuiverheid waardoor ze geen elementen bevatten die aanleiding geven tot braamvorming, een goede vlakheid en een laag inwendig spanningsniveau. Verder zijn ze beduidend beter te vervormen en te verzinken en uitstekend te lassen.

Materiaal-nummer	Staal	Treksterkte N/mm ²	Plaatdikte (mm)
Fabriekspec.	RAEX 250 C	360-440	3 t/m 20
Fabriekspec.	DOMEX 250 YP	360-460	3 t/m 15
Fabriekspec.	RAEX 420 MC	490-620	3 t/m 20
Fabriekspec.	DOMEX 420 MC	490-620	3 t/m 12

Thermomechanisch gewalst staal

Door staal thermomechanisch te walsen ontstaat een zeer fijnkorrelig product met een sterkte en vervormingseigenschappen die door een warmtebehandeling alleen niet kunnen worden verkregen. Verder is de lasbaarheid uitstekend.

Werkstof-nummer	Staal	Treksterkte N/mm ²	Plaatdikte (mm)
1.8974	S 700MC	750-950	3 t/m 10
1.8974	DOMEX 700 MC	750-950	2 t/m 10

Slijtvast staal

Slijtvast staal heeft, de naam zegt het al, een hoge weerstand tegen slijtage. De weerstand wordt verkregen door het materiaal te harden. Door zijn samenstelling heeft slijtvast staal een hoog koolstofequivalent en een relatief lage kritische afkoelsnelheid. Gezien de risico's die hierdoor bij het lassen optreden verdient het aanbeveling om slijtvast staal (indien mogelijk) niet te lassen. Verder is de verspaanbaarheid door de hoge weerstand tegen slijtage over het algemeen slecht.

Materiaal-nummer	Staal	Treksterkte N/mm ²	Plaatdikte (mm)
1.5223	42MnV7	700-860	3 t/m 30

Warmvast staal (ketelplaat)

Voor constructies die langere tijd belast worden boven een bepaalde temperatuur, wordt warmvast staal gebruikt. Deze materiaalsoort gaat namelijk vervorming tegen.

Materiaal-nummer	Staal	Treksterkte N/mm ²	Plaatdikte (mm)
1.5415	16 Mo3	440-590	2 t/m 16

Koudgewalst staal

Koudgewalst staal wordt vervaardigd uit warmgewalste stalen rollen. Eerst wordt de plaat uitgewalst tot kleinere diktes. Daarna wordt het materiaal gegloeid en licht nagewalst. Platen van koudgewalst staal hebben een goede vlakheid en kleine diktetoleranties, en zijn leverbaar tot plaatdiktes van 3 mm. Kepser kiest voor een kwaliteitsafwijking van ½ DIN.

Materiaal-nummer	Staal	Treksterkte N/mm ²	Plaatdikte (mm)
1.0330	DC01-A-m	270-410	0.35 t/m 3

Elektrolytisch verzinkt staal (zincor)

Elektrolytisch verzinkte staalplaten zijn door hun zinklaag minder gevoelig voor roest. Doorgaans is de zinklaag echter dun waardoor producten voor een definitieve bescherming tegen roesten nog een nabehandeling dienen te ondergaan. Normaal gesproken is de laagdikte 2,5 µm, maar grotere laagdiktes, tot circa 10 µm zijn ook mogelijk.

Materiaal-nummer	Staal	Treksterkte N/mm ²	Plaatdikte (mm)
1.0330	DC01+ZE25/25-APC	270-410	0.5 t/m 3

Thermisch verzinkt staal (sendzimir)

Om platen thermisch te verzinken worden ze eerst door een zinkbad geleid en krijgen ze aansluitend een chemische nabehandeling. Het toepassingsgebied is veelzijdig. De dikte van de zinklaag is 18 tot 20 µm.

Materiaal-nummer	Staal	Treksterkte N/mm ²	Plaatdikte (mm)
1.0226	DX51D+Z275/N-A-C	500	0.4 t/m 4

Weervast staal (fabrieksnaam: CorTen)

Weervast staal heeft een goede weerstand tegen corrosie. Dit is te danken aan de goed hechtende, vrij passieve en dichte oppervlaktelaag, (oxidehuid). De vorming van deze laag vindt plaats onder normale atmosferische omstandigheden. De verwerkbaarheid van weervaste staalsoorten is vergelijkbaar met die van ongelegeerde staalsoorten.

Werkstof-nummer	Staal	Treksterkte N/mm ²	Plaatdikte (mm)
1.8962	CorTen A	454	1 t/m 2.5 (KGW)
1.8962	CorTen A	510-610	3 t/m 12 (WGW)



RVS

RVS 304(L) en 316(L) tot en met een plaatdikte van 8 mm worden geleverd in koudgewalste toestand, met afwerkingskwaliteit Finish 2B. Vanaf 10 mm worden de platen geleverd in warmgewalste toestand, met afwerkingskwaliteit Finish 1D. Verder bestaat de mogelijkheid om de plaat met folie, geslepen, geborsteld of gepolijst te bestellen.

Werkstofnummer	RVS	Gebruik/eigenschappen
1.4301	304	Voor algemene doeleinden. (C < 0.07%)
1.4306	304 L	Idem, echter veel gebruikt voor toepassingen waarbij veel gelast moet worden (voorkomen interkristallijne corrosie). (C < 0.03%)
1.4401	316	Voor algemene doeleinden, echter aanzienlijk betere corrosieweerstand. (C < 0.07%)
1.4404	316L	Idem, echter veel gebruikt voor toepassingen waarbij veel gelast moet worden (voorkomen interkristallijne corrosie). (C < 0.03%)
1.4571	316Ti	Gestabiliseerd met titaan, sterker materiaal, wel minder corrosiebestendig.
1.4828	309	Voornamelijk als hittebestendig RVS. (maximaal 10000 C, lucht)
1.4833	309s	Idem, maar laag koolstofgehalte, dus minder gevoelig voor verbrassing en laswerk. (maximaal 10000 C, lucht)
1.4841	310	Hittebestendiger en betere corrosieweerstand dan 309. (maximaal 11500 C, lucht)
1.4845	310s	Siliciumversie met laag koolstofgehalte, dus minder gevoelig voor verbrassing en laswerk. (maximaal 1050 – 11000 C, lucht)

Denk in geval van geslepen plaat aan de slijprichting i.v.m. het uiterlijk van uw product.

Aluminium

Kepser maakt voornamelijk gebruik van de aluminiumsoorten AL 99.5 en AlMg3. De corrosieweerstand van aluminium is onder normale omstandigheden uitstekend.

Ook op voorraad: aluminium tranenplaat AlMg3, 5 traans gebeitst.

Aluminium profielen, zowel open als gesloten, hebben meestal de kwaliteit 6060T6 (AlMgSi 0.5, werkstofnummer 3.3206).

Werkstofnummer	Aluminium	Gebruik
30255	1050A H14/H24 (Al 99,5)	Zeer goed bewerk-, las- en vervormbaar
33535	5754 H22 (AlMg3)	Zeer goed, snij-, las-, en vervormbaar. Zeewaterbestendig (geniet de voorkeur)

3 constructietips

- Gebruik geen dikkere plaat dan noodzakelijk (i.v.m. productietijd, kosten en gewicht).
- Probeer een product zoveel mogelijk uit uniforme profielsoorten en plaatdiktes op te bouwen (i.v.m. de instel- en wisseltijd van de machine).
- Probeer het aantal lassen in een product beperkt te houden (i.v.m. krimp en het opwekken van eigenspanningen).
- Maak bij gezette producten waar nodig gebruik van verstevigingsdelen.
- Leg lassen zoveel mogelijk in de zogenaamde spanningsarme gebieden (plaatsen waar de belastingen klein zijn).
- Gebruik gesloten profielen als kokers en pijpen op torsiebelaste plaatsen.
- Houd er rekening mee dat een plaat beter kan worden belast op trek dan op druk (knikken).
- Maak dezelfde onderdelen toepasbaar voor meerdere functies (i.v.m. besparing op de insteltijd van machines en voorraadbeperking).
- Gebruik standaardcomponenten. Deze zijn goedkoper en gemakkelijker leverbaar.
- Denk bij het ontwerpen aan het positioneren van de verschillende componenten ten opzichte van elkaar.
- Gebruik omvormtechniek i.p.v. lassen (i.v.m. besparing op tijd en kosten voor positioneren, richten, nabewerken).
- Gebruik omvormtechnieken i.p.v. verspanende technieken.
- Gebruik zoveel mogelijk eenvoudige constructie-elementen als strip, profiel, gezette plaat, buizen e.d.
- Houd rekening met de volgende bewerkingsstap in het productieproces.
- Houd de montage van onderdelen eenvoudig. Houd rekening met de haalbare toleranties van het productieproces.
- Houd de toleranties op producten zo ruim mogelijk (functioneel). Dit maakt de productie gemakkelijker en goedkoper.

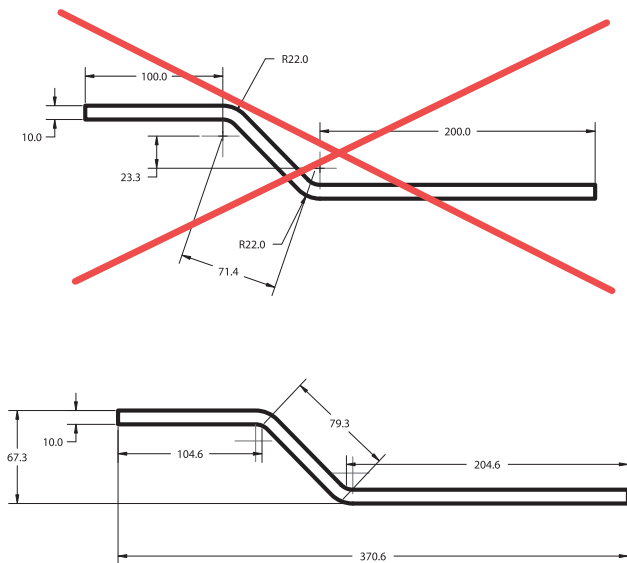


Fig. 3.1

- Let er bij het inschrijven van de voor de productie benodigde maat op, dat deze direct toepasbaar is. (Fig. 3.1)
- Geef op tekening duidelijk het afwerkingniveau aan (zoals lassen en strak en glad afwerken). Anders worden alleen de basisbewerkingen uitgevoerd.
- Standaardiseer veel voorkomende constructieve details of producten als kasten, sluitingen en afdichtingen.
- Maak bij samengestelde producten gebruik van mono-tekeningen.
- Vaak zijn scherpe hoeken niet gewenst. Rond daarom af met een uitwendige radius van 0.5 mm.

4 nokken

Om twee onderdelen op de juiste manier aan elkaar te lassen is het nodig deze componenten ten opzichte van elkaar te positioneren. Daarvoor worden vaak lasmallen gebruikt. Die zijn echter vrij kostbaar en moeten per product gemaakt worden, wat de nodige tijd met zich meebrengt. Afhankelijk van de complexiteit van het product kunnen de kosten daardoor flink oplopen. Voor enkelstuks en kleine series is het gebruik van lasmallen daarom vaak niet interessant, maar is het aan te raden de constructie zo te ontwerpen dat de delen zichzelf positioneren.

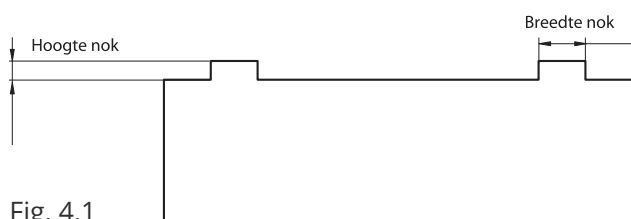


Fig. 4.1

Sinds de invoering van het lasersnijden is het gebruik van nokken (Fig. 4.1) en sleuven een veel gebruikte positioneer techniek. Door het gebruik van nokken verloopt de productie sneller en nauwkeuriger. Sneller omdat men niet meer hoeft te meten waar een component geplaatst wordt. Nauwkeuriger omdat meetfouten uitgesloten zijn – er bestaat geen kraspen of meetgereedschap waarmee je zo nauwkeurig kunt positioneren als met lasergesneden nokken. (Fig. 4.2)

Er is een verschil tussen nokken die wel en nokken die niet in het zicht zitten. Ook maken we onderscheid tussen nokken die alleen worden gebruikt voor het positioneren en nokken die ook worden gebruikt als sterkteverbinding. Dit laatste

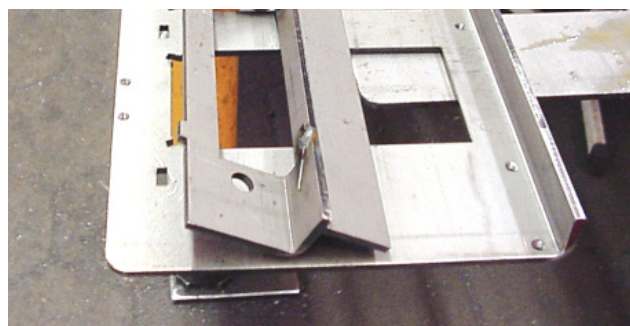


Fig. 4.2

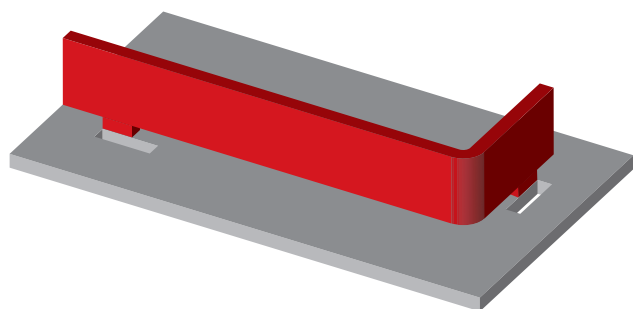
heeft namelijk gevolgen voor de afmetingen van de nok en de plaats van lassen. Bij Kepser geven we de voorkeur aan positioneernokken.



Positioneernokken

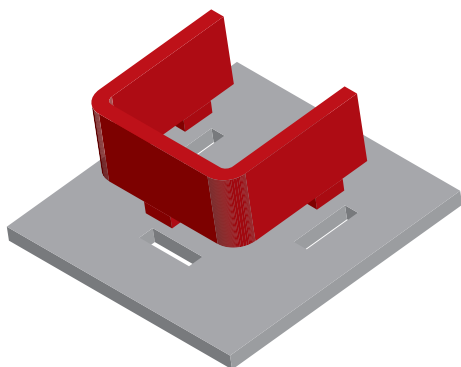
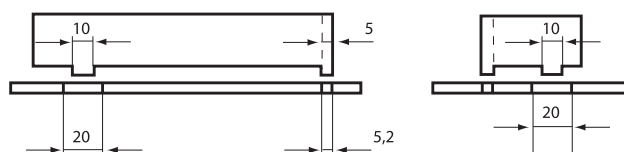
- Om nauwkeurig te positioneren zijn twee nokken per contactvlak voldoende.
- Gebruik voor grote of weinig stijve producten drie nokken per meter.
- Gebruik niet meer nokken dan noodzakelijk.
- Sluit de toleranties bij voorkeur op in de breedterichting van de nok-sleuf. Dan is de speling in de lengterichting van de nok namelijk niet van belang (zie voorbeeld op de volgende pagina).
- Sleufbreedte = plaatdikte + 0.2.
- Sleuflengte = lengte nok + 0.2 (indien opsluiten in lengterichting nodig is).
- Maak de nokhoogte lager dan de plaatdikte, bij voorkeur 1 mm. Dan is de achterzijde van de plaat altijd vlak.
- De noklengte is in principe niet van belang, maar houd deze kort. Bij voorkeur 10 mm.
- Het is niet noodzakelijk lassen bij de nok aan te brengen.
- Geef de sterkte niet met de nok, maar met de laslengte aan.
- Geef lasposities aan met inkepingen op de plaatsen waar niet gelast hoeft te worden.
- Houd voor de hoogte van de inkeping 10 tot 15 mm aan. Hiermee vervallen lasaanduidingen betreffende de lengte op de tekening (zie de voorbeelden op de volgende pagina).
- Houd rekening met toleranties van de bewerkingen voor de posities van nokken.
- Kijk waar de nauwkeurigste maat moet komen te liggen voor de posities van nokken (zie de voorbeelden op de volgende pagina).
- Voor waterdichte verbindingen is het wel noodzakelijk nokken en sleuven passend te maken en ze geheel dicht te vloeien. In elk geval vanaf de achterzijde, eventueel van beide zijden.

Ter verduidelijking staan hieronder enkele voorbeelden.



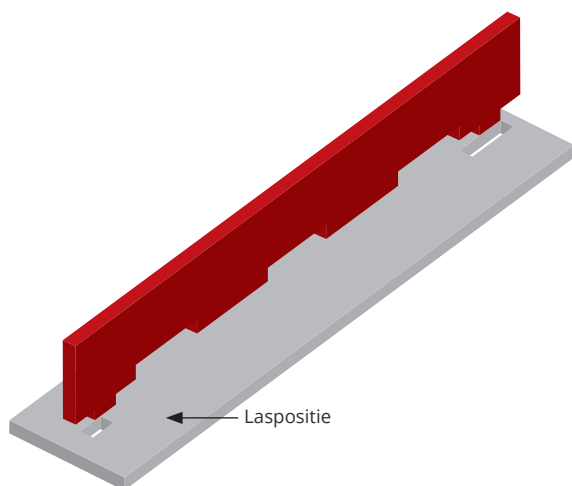
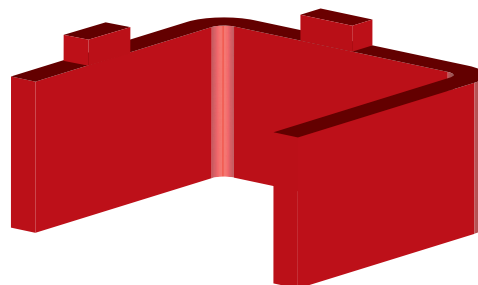
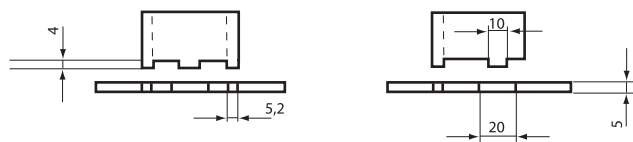
Voorbeeld 1

- Noklengte niet van belang.
- Nok gepositioneerd door nokbreedte.
- X en Y positie vastgelegd.
- Ondanks kleine afwijkingen tijdens het zetten toch goed te positioneren.
- Onderzijde mooi vlak.



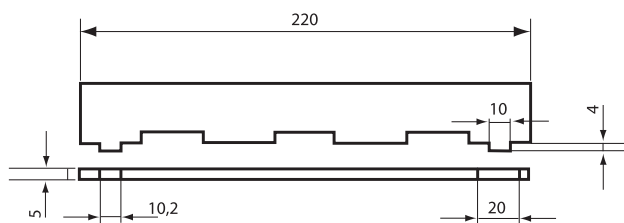
Voorbeeld 2

- Eén nok teveel toegepast.
- Op deze wijze na kleine afwijking bij het zetten niet passend.
- Nok bij één been verwijderen.



Voorbeeld 3

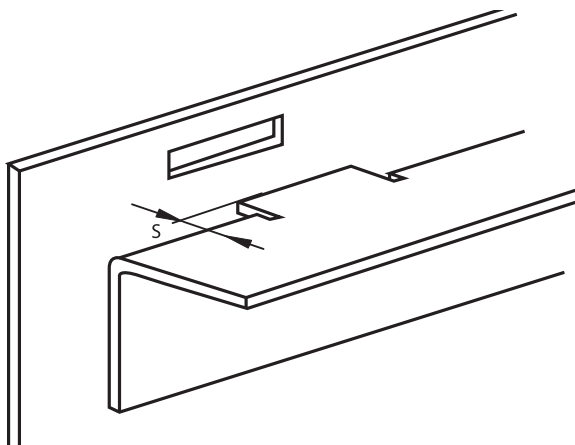
- Nokken dienen alleen voor positioneren.
- Slechts één nok passend gemaakt.
- Inkepingen, overige posities voorzien van hoeklas.
- Aantal lasmeters geeft de sterkte van de verbinding aan.





Nokken in zicht

- Houd er rekening mee dat nokken die in het zicht zitten, altijd volledig worden afgelast en vervolgens nabewerkt zodat de nok onzichtbaar wordt. Nok-sleufcombinaties voor zichtwerk worden dan ook sluitend (zonder speling) geconstrueerd.
- Die nabewerking is verschillend voor staal en RVS. Staal wordt met MIG/MAG gelast, RVS met TIG of tip-TIG. Voor beide geldt: hoe meer er gelast moet worden, hoe meer het product gaat trekken. Pas dus alleen de noodzakelijke nokken toe.
- Maak de nokhoogte in geval van staal lager dan de plaatdikte. De openingen die ontstaan zijn met de MIG/MAG-lastechiek eenvoudig dicht te vloeien.
- Kies bij RVS voor een kleine doorsteek (0.5 mm). Dan hoeft er weinig tot geen toevoegmateriaal te worden gebruikt. Maak de nok bij dickere plaat (vanaf 3 mm) gelijk aan de diepte van het gat. De verbinding wordt dichtgevloeid met toevoegmateriaal.
- Laat bij een gebogen plaat de nokken uitsteken na het buigen. Dan kan de plaat toch met nokken gepositioneerd worden. (Fig.4.3)
- Houd als nokhoogte maximaal tweemaal de plaatdikte aan. Als die langer is moet er gebruik gemaakt worden van pasmessen.
- Houd als insnijddiepte voorbij de zetlijn minimaal eenmaal de plaatdikte aan.



- De te bevestigen platen moeten meestal zo dicht mogelijk tegen elkaar aan geplaatst worden. Zorg er daarom voor dat de plaat met de nokken kan rusten op de plaat met de sleuven. Haal eventueel ook de binnenradius bij de nok weg. (Fig. 4.4) In het geval van dickere platen (vanaf 8 mm) kan bij de sleuf een deel van de radius in de hoek weggesneden worden om de nok makkelijker te bevestigen.

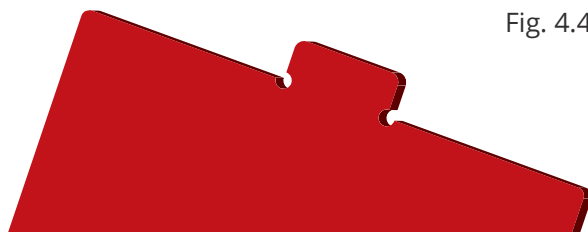


Fig. 4.4

- Breng de nokken als linkse en rechtse delen vrijwel identiek zijn op verschillende plaatsen aan. Dan kunnen de delen niet verkeerd geplaatst worden. (Fig. 4.5)

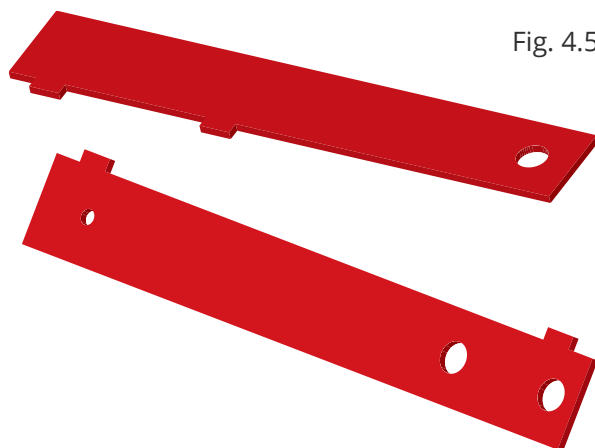


Fig. 4.5

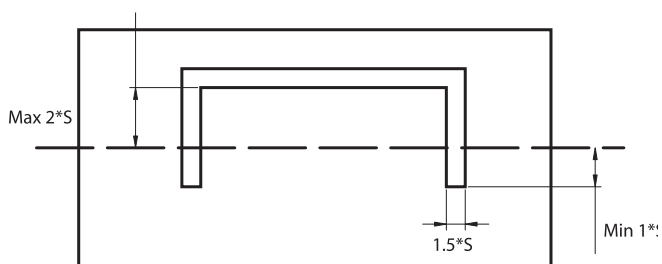


Fig.4.3

- Bij te lassen hoekconstructies is onderstaande nokverbinding aan te raden. (Fig. 4.6)

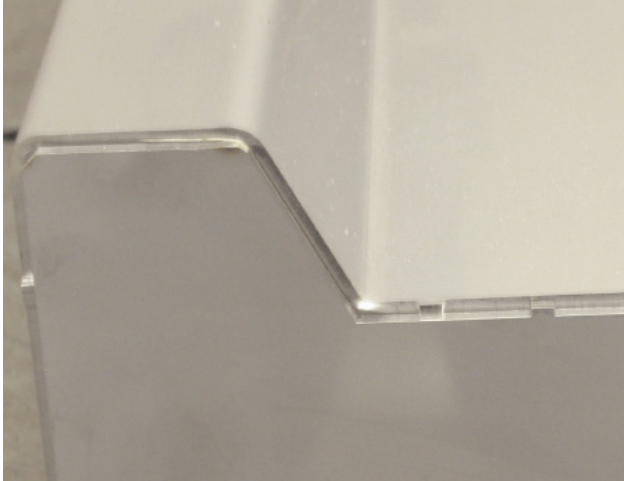


Fig. 4.6

- Maak de noklengte altijd langer dan de plaatdikte. Dan ontstaan er rechthoekige nokken en gaten, wat verwarring tijdens het positioneren voorkomt.
- Het gebruik van nokken is niet altijd mogelijk of gewenst. Graveren om de positie van het te verbinden component aan te geven kan dan een alternatief zijn. Deze techniek is overigens
- alleen mogelijk bij lasergesneden plaat. (Fig.4.7)

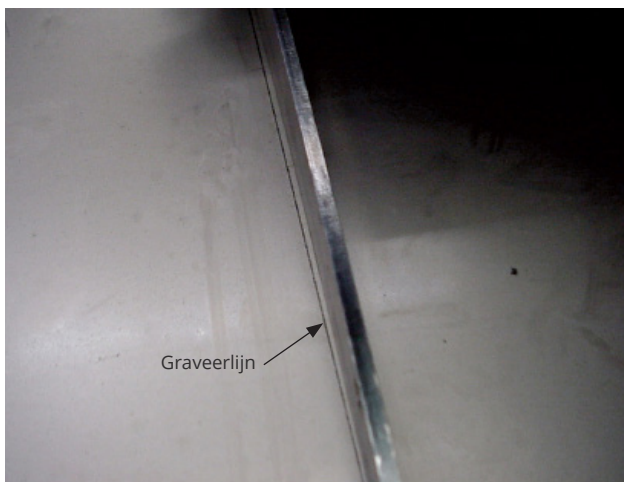


Fig. 4.7

5 knippen

Sinds de introductie van het lasersnijden wordt er steeds minder geknipt en geponst. Toch wordt de knipschaar voor kleinere series (met name eenvoudige, vaak rechthoekige producten) nog regelmatig gebruikt. Een knipschaar is namelijk veel sneller te programmeren en in te stellen dan een lasersnijmachine. In dit handboek vindt u daarom ook enkele kniptips.

De bereikbare toleranties van het knippen zijn, mede vanwege de slijtage van het mes, afhankelijk van de plaatdikte. Onderstaande tabel bevat de toleranties per plaatdikte.

Plaatdikte S (mm)	Toleranties +/- (mm), kniplengte < 1000 mm
1	0.2
2	0.3
3	0.4
4	0.5
6	0.6
8	0.8

Productiecapaciteit binnenshuis	
Maximale knipbreedte (mm)	3100
Maximale achteraanslag (mm)	1000
Minimale achteraanslag (mm)	3
Maximale materiaaldikte staal (mm)	8
Maximale materiaaldikte RVS (mm)	6

Smalle stroken kunnen bij het knippen flink vervormen. De mate van afwijking hangt af van de kniphoek en de strookbreedte. Hoe groter de kniphoek en hoe smaller de strook, des te groter de afwijking. Mogelijke afwijkingen zijn het torderen van de strip, kromming van de strip en sabelvorming. (Fig. 5.1)

Stalen tranenplaat en gaas worden niet geknipt. Dit in verband met beschadiging van het mes door ongelijkmatige belasting.

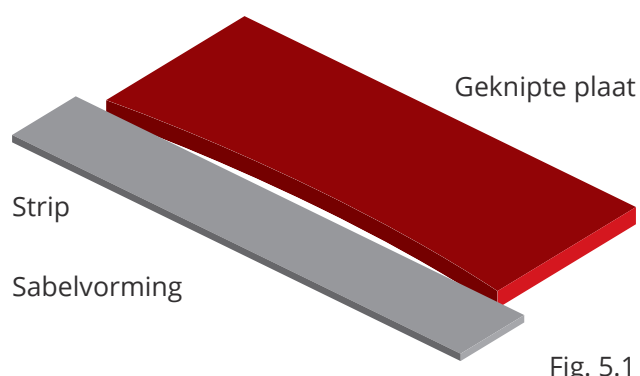


Fig. 5.1



Voorkom geperforeerde plaatdelen waar rondom 'blinde' zelfkanten aan zitten; deze zijn bijzonder arbeidsintensief.

Uithoeken

Voor het uithoeken van plaatwerk heeft Kepser de beschikking over een uithoekschaar (alleen hoeken van 90 graden).

Maximale plaatdiktes:

- Staal 5 mm
- RVS 3 mm

6 lasersnijden

Lasersnijden is een thermisch proces waarbij een gefocusseerde laserstraal wordt gebruikt om het materiaal plaatselijk sterk te verhitten. Met een coaxiale gasstroom wordt het gesmolten materiaal uit de snijvoeg geblazen waardoor een schone, strakke snede ontstaat. De gasstraal zorgt er tevens voor dat de snedekanten minder oxideren.

De vorm van de snede wordt tot stand gebracht door de laser- en gasstraal ten opzichte van het plaatmateriaal te bewegen. Dit gebeurt met behulp van CNC-besturing. Het proces wordt aangestuurd met een CAD-CAM koppeling. Kepser gebruikt hier WiCAM voor.



Fig. 6.1

Kepser heeft onder meer een 5 kW CO₂ laser van Trumpf (L3050). Deze machine heeft een vliegende optiek, wat inhoudt dat de plaat een vaste positie heeft en de laserstraal met behulp van spiegels en de snijkop (Fig. 6.1) over de plaat bewogen wordt. Als beschermgas wordt zuurstof of stikstof toegepast. De maximale plaatafmeting is 3000 x 1500 mm (voor RVS met plaatdiktes tot en met 20 mm, voor staal met plaatdiktes tot en met 25 mm).

Enkele voordelen van lasersnijden

- Rechte, braamvrije snede. (Fig. 6.2)
- Hoge snijsnelheden.
- Smalle snijpleet.
- Snede met een glad oppervlak (hoe dunner, hoe gladder).
- Vrije contouren.

- Nauwkeurig.
- Snel omschakelen naar een ander product.
- Contactloze bewerking.
- Nauwelijks warmtebeïnvloeding van het product.

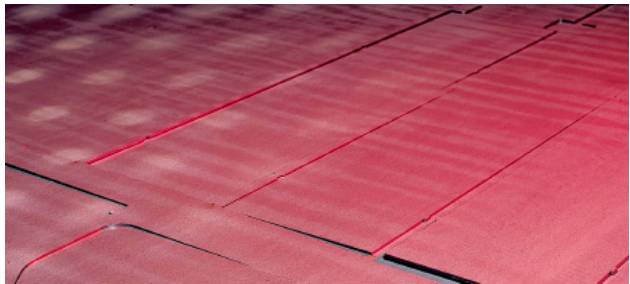


Fig. 6.2

De kwaliteit van het te snijden product is mede afhankelijk van de toestand waarin het uitgangsmateriaal wordt aangeleverd. Roestige, gezandstraalde, gekogelstraalde en gelakte platen hebben een negatieve invloed op het resultaat, gebeitste en geoliede delen een gunstige. *Zie ook hoofdstuk 2 Plaatmateriaal.*

Platen worden automatisch opgelegd m.b.v. de liftmaster. (Fig. 6.3)



Fig. 6.3

Afhankelijk van de materiaalsoort, plaatdikte en nabewerkingen wordt er gekozen voor stikstof of zuurstof als snijgas. Bij staal dat gesneden wordt met zuurstof, ontstaat er een oxidehuid aan de snijkant. In het geval van poedercoaten is dit ongewenst en is stikstof het aangewezen gas. RVS wordt altijd met stikstof gesneden.



Fig. 6.4

Minimale gatdiameters

Het te kiezen contourtype hangt, in verband met de snijsnelheid en de realiseerbaarheid van de kwaliteit, af van de afmetingen van het gat. (Fig. 6.4) Onderstaande tabel bevat de minimale snijdiameters van gaten.

Minimale gatdiameters lasersnijden: Trumpf L3050, 5 kW														
Plaatdikte (mm)	1	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	15	20	25
Staal (mm)	1	1.7	1	1.3	1.5	2	2.5	2.4	3.2	4	4.8	8	12	40
RVS (mm)	1	1.5	1	1.3	1.5	2	2.5	3	4	5	7.5	9	18	

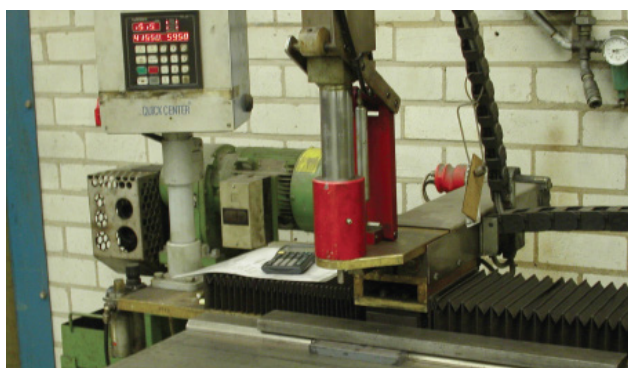


Fig. 6.5

Er zijn gaten waarvan de diameter kleiner moet zijn dan hierboven vermeld. De positie van het gat kan worden aangegeven door deze te graveren. Dit is overigens alleen zinvol bij ronde producten. Rechthoekige producten worden op de automatische centerpons (Fig. 6.5) gelegd om de gaten te positioneren. Het graveren van een centerplaats is dan overbodig.



Fig. 6.6

Er bestaat geen minimale afstand tussen gaten. Het is mogelijk gaten te laten overlappen. (Fig. 6.6)

Het is niet mogelijk een terugkerende blinde rand te programmeren bij geperforeerde plaat. Dit door het verloop in de steek van de perforatie. Doordat hier speciaal rekening mee moet worden gehouden tijdens het nesten en snijden, wordt het uitlijnen te duur.

Snijdiameter laserstraal

Voor het snijden van een smalle opening maakt de laser geen rondgaande contour maar een enkele baan. De breedte van de gesneden opening is afhankelijk van de laserdiameter. Die verschilt per plaatdikte en snijtype. Om een indruk te krijgen van de grootheden staan hieronder de grootste en kleinste diameter en de daarvan afhankelijke snijpleet.

Materiaal	Kleinste diameter	Grootste diameter
Staal	0,15 bij 1 mm plaatdikte	0,7 bij 25 mm plaatdikte
RVS	0,2 bij 1 mm plaatdikte	0,3 bij 15 mm plaatdikte

Omdat de laserdiameter variabel is, kan er een correctiefactor worden ingesteld. Hierdoor is het mogelijk, in het geval van binnen- en buiten-contouren, niet het hart maar de rand van de laserstraal de bedoelde lijn te laten volgen.

Bij een enkele snee volgt het hart van de straal de getekende lijn. (Fig. 6.7)



Fig. 6.7

Nauwkeurigheid

De Trumpf laser garandeert een positioneer-nauwkeurigheid van +/- 0.1 mm.

Omdat de bundel divergeert (zich verwijdt) wanneer die in het materiaal brandt, is de snijkant van een lasergesneden product niet exact haaks.

Afwerking

Lasergesneden producten worden standaard braamvrij afgeleverd.



- Houd er rekening mee dat lasergesneden producten scherpe kanten hebben.
- Wilt u de kanten gebroken hebben? Vermeld dit dan op de tekening. (Fig. 6.8)

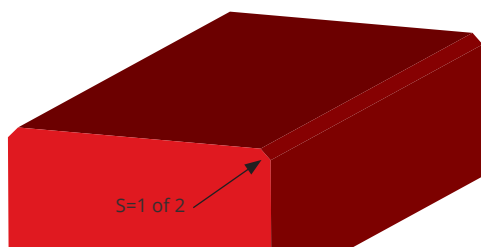


Fig. 6.8



Lasersnijden

- Denk bij het tekenen van de gaten eens verder dan de ronde vorm. Een zeskant gat, bijvoorbeeld, voorkomt het meedraaien van de blindklinkmoer. (Fig. 6.9) Voor de laser maakt



Fig. 6.9

de vorm van het gat weinig verschil. Zie hoofdstuk 11 voor meer informatie over afwijkende gaten.

- Het gebruik van zogenaamde Microjoint verbindingen (waarbij een product nog verbonden blijft aan het restmateriaal door een klein deel niet te snijden) levert de volgende voordelen op:
 - De mogelijkheid om kleine onderdelen te fixeren.
 - Voorkomen dat producten 'doorvallen'.
 - De mogelijkheid om lange smalle delen, die door de warmte-inbreng kunnen vervormen, op de tafel te fixeren.
 - De mogelijkheid producten in één beweging van de tafel te lichten.

Hoewel een Microjoint verbinding een kleine braam aan de contour veroorzaakt, is er over het algemeen geen nabewerking nodig.

- Geef teksten die gegraveerd moeten worden in het tekenprogramma aan met geel. (Fig.6.10)



Fig. 6.10

- Teken sluitende contouren. De laser snijdt de open contouren namelijk vóór de gesloten contouren.
- De laser rondt scherpe hoeken automatisch af. Stel de programmeur van de laser op de hoogte als dit niet gewenst is. De grootte van de radius ligt, afhankelijk van materiaaldikte, contourtype, gassoort en materiaalsoort, tussen de 0,5 en 3 mm. (Fig. 6.11)

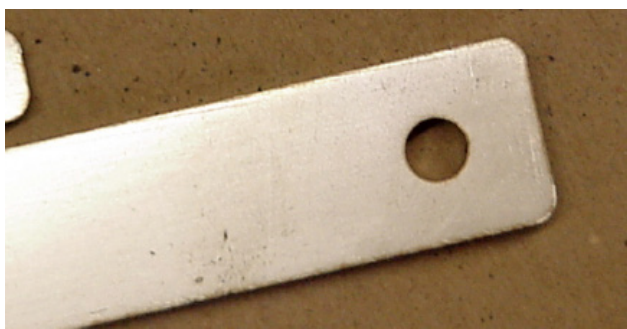


Fig. 6.11

- De dikte van een tranenplaat bestaat uit de plaatdikte + de hoogte van de traan. Deze totale dikte wordt gebruikt voor het programmeren van tranenplaat. Teken het product ook met deze plaatdikte. De traan ligt tijdens het snijden naar beneden. Houd hier rekening mee tijdens het construeren.
- Het graveren van plaatdelen kan vervolgbewerkingen vergemakkelijken. Denk aan het graveren van zetlijnen bij moeilijk te kanten producten. (Fig. 6.12)

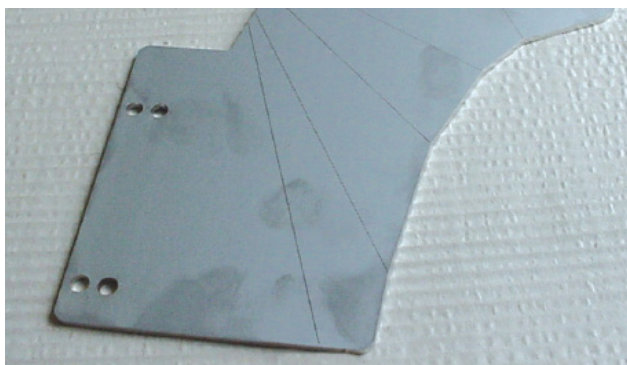


Fig. 6.12

- Vaak worden dezelfde producten voor meerdere toepassingen gebruikt. Neem bijvoorbeeld een schakelkast waar verschillende componenten in geplaatst worden. Afhankelijk van de componenten in de schakelkast heeft men een aantal openingen nodig. Kies dan voor handmatig uitdrukken van plaatdelen. De laser laat kleine bruggen staan waardoor de binnenkant van het gat in de plaat blijft zitten. Dit deel kan handmatig uitgedrukt worden. (Fig. 6.13)

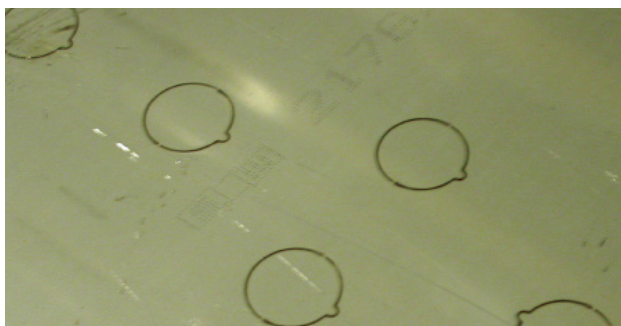


Fig. 6.13

- Bouw een ronde vorm op uit cirkelbogen in plaats van korte lijnsegmenten.
- Gebruik bij gezette producten de bovenkant van het lasergesneden oppervlak als aanzichtkant. Dit vanwege de mooiere snede aan de bovenkant en minder krasvorming vanwege het opleggen. Bij folie gebeurt dit automatisch omdat folie van bovenaf gesneden wordt.
- Soms kan de aanloop bij een binnencontour hinderlijk zijn, bijvoorbeeld voor het doorschuiven van een pijp. Denk in dat geval eens aan een aanloopkuiltje. (Fig. 6.14)

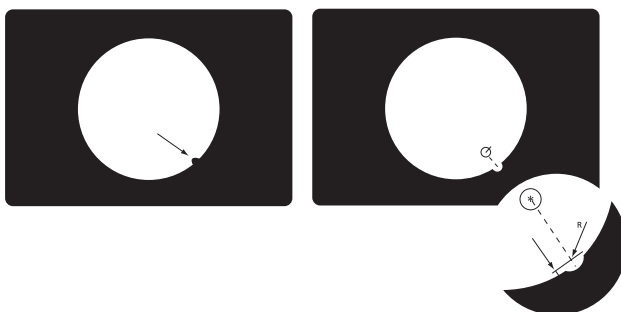


Fig. 6.14

6.a Lasersnijden profiel

Het principe van het lasersnijden is bij het profiel lasersnij proces gelijk aan de uitleg in hoofdstuk 6. Lasersnijden. Hierbij worden dezelfde gassen gebruikt.



Fig. 6.a.1

De besturing gebeurt met behulp van een CNC besturing. Het proces wordt aangestuurd met een CAD-CAM koppeling, hiervoor gebruiken wij FX-Tube. Dit is een systeem voor buis- en profielbewerking wat er voor zorgt dat geïmporteerde solids of 2D CAD data omgezet worden in complexe programma's. Tevens bevat dit systeem een 3D simulatie modus (Fig 6.a.2) voor onder andere interactieve storing detectie.

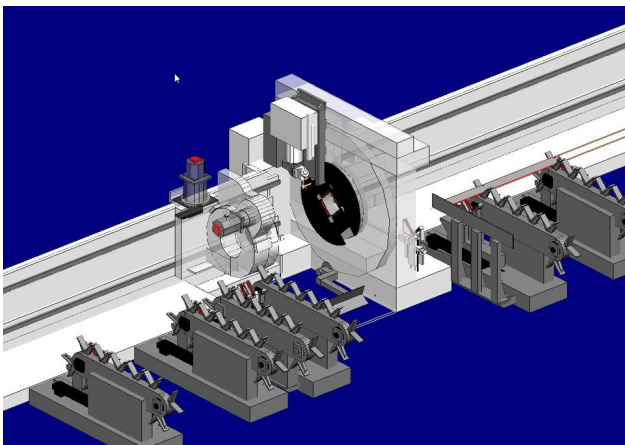


Fig. 6.a.2

Enkele voordelen van het lasersnijden van buizen en profielen.

- Tijdsbesparing in het voor-traject. Constructeurs en engineers kunnen aan de basis van hun design al rekening houden met de vele mogelijkheden van buislasersnijden.
- Tijdsbesparing in het na-traject. Door het aanbrengen van positioneringsnokken is meten vrijwel overbodig op de lasafdeling. Ook zijn er geen lasmallen nodig.
- Zeer korte bewerkingstijd.
- Zeer nauwkeurig snijden tot op 0.1mm, dit is afhankelijk van de afmetingen van het product.
- 3D lasersnijden. Door de mogelijkheid om de snijkop onder 45 graden te zetten en vervolgens te roteren is het mogelijk om volledig 3D te kunnen snijden. (Fig 6.a.3)

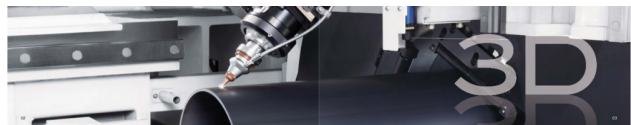


Fig. 6.a.3

- Nauwelijks warmte beïnvloeding van het product. Er treedt minder vervorming op zoals bij zagen, boren, frezen en ponsen.
- Er is een naadloze aansluiting te creëren van bijvoorbeeld ronde op vierkante profielen.
- Ongekend hoge ontwerpvrijheid

Algemene informatie.

Een buislaser machine bestaat uit een klem-inrichting, lasersnijkop en een aan- en afvoermagazijn. De klem-inrichting zelf bestaat uit 4 delen; 3 losse chucks (waarvan de 2 buitenste met klauwplaat) en een vaste chuck. De losse chucks kunnen langs de X-as bewegen voor onder andere de aan- en afvoer van het product. Tevens kunnen deze roteren, dit noemt men de C-as.

Voor de lasersnijkop is dit een ander verhaal, hier hebben we te maken met de Z-as: laserkop omhoog en omlaag, de Y-as: haaks over het

product bewegen, de A-as: voor roteren om de Z-as en de B-as: voor het roteren in de lengterichting van het product. (Fig 6.a.4)

De Laserkop is het basispunt van de machine. Deze heeft de mogelijkheid om rond en langs bovengenoemde assen te bewegen om de meest uiteenlopende contouren aan te kunnen brengen. Om de buis te laten bewegen gebruiken we de klem-inrichting. (Fig 6.a.5) De losse chucks met klauwplaat zijn te vergelijken met een vierklauw van een draaibank. Deze klemmen het te bewerken materiaal vast en kunnen tevens roteren. Bij de lasersnijkop is een ondersteuning geplaatst, dit noemt men de vaste chuck (Fig 6.a.6) en is voorzien van 4 rollen voor een soepele beweging van het product in de lengterichting. Deze ondersteuning zit zo dicht mogelijk bij de laserkop om zo geen last te hebben van mogelijke doorbuiging van het materiaal.

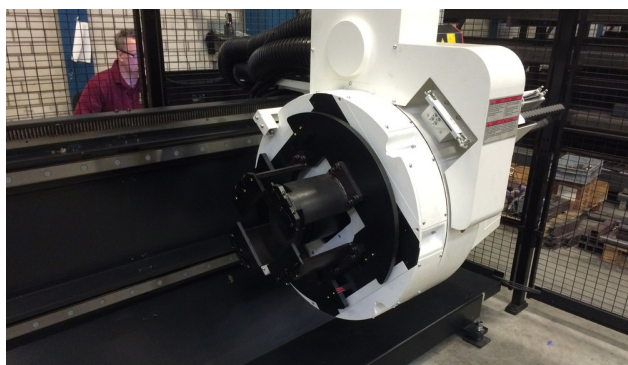


Fig. 6.a.5

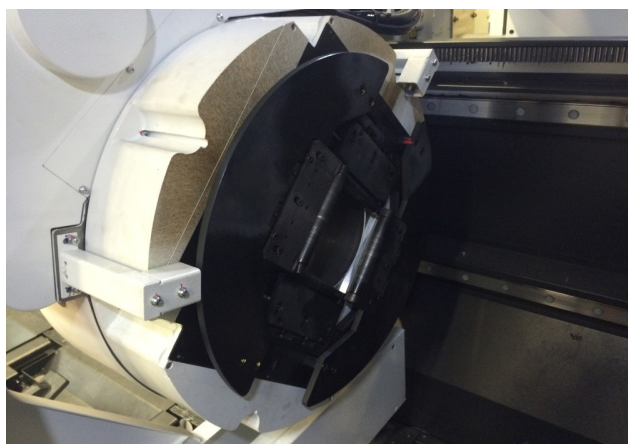


Fig. 6.a.6

Als de losse chuck met klauwplaat volledig naar achteren geplaatst wordt kan er een nieuwe buis of profiel ingeklemd worden. Deze wordt door het magazijn reeds op de juiste positie gelegd zodat deze de klem-inrichting goed kan vastpakken. Het materiaal wordt vervolgens door de vaste chuck heen tot aan de lasersnijkop geschoven. Na het tasten is de positie bepaald en kan er begonnen worden met snijden. Zodra het product klaar is zal deze afhankelijk van de lengte, in een bak vallen of door de losse chuck met ondersteuning in het magazijn voor gereed product gelegd worden.

De volgende afmetingen en profielen kunnen wij bewerken.

- Maximale afmetingen ronde buis: Ø 220 mm,
- Maximale afmetingen profiel: 200 x 100 mm en 160 x 160 mm (Ø diagonaal van diameter 220).
- Maximale profiellengte: 8000 mm.
- Maximale wanddikte: Staal 15 mm / RVS 8 mm / Aluminium 5 mm.
- Maximaal gewicht product: 330 Kg.
- Maximale productlengte is handelslengte +/- 320 mm. Dit is het inspanverlies.
- Fig. 6.a.7 geeft een aantal te bewerken profielen weer. Ook exotische varianten zijn te bewerken echter moet de aangeleverde tekening dan exact overeen komen met het materiaal.

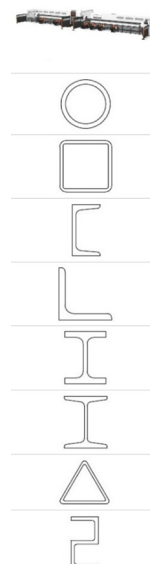


Fig. 6.a.7

Aan te leveren gegevens.

Wij kunnen onder andere .DXF, .DWG, .STEP en .IGES files importeren. Het is zeer belangrijk dat de tekeningen volledig overeenkomen met het te snijden materiaal. Een voorbeeld is de in- en uitwendige radius van kokerprofiel of hoeklijn. De aangeleverde files zijn dan ook geheel bepalend voor het eindproduct. De klant is daarom zelf verantwoordelijk voor het aanleveren van correcte files. In sommige gevallen zijn wij bereid zelf een tekening te maken van het aangeleverde ontwerp en hiervoor een programma te schrijven. Het is dan wel van belang dat alle maten bekend zijn.



- Snijden met stikstof duurt langer, maar voorkomt vorming van oxidehuid op de snijranden.
- Afhankelijk van de wanddikte van het materiaal is 3D snijden mogelijk. Wanneer het materiaal onder een hoek gesneden wordt is de totale weg om door het materiaal te gaan groter, hierdoor wordt de snijtijd langer. Bij 2.5D snijden kan aardig wat tijd bespaard worden omdat er haaks op het materiaal gesneden wordt.
- Het is mogelijk om tekst te graveren, bijvoorbeeld het artikelnummer van een product. Ook komt het vaak voor dat er positioneringslijnen gezet worden. Hierdoor kan je tijd besparen op de lasafdeling, hier hoeft men namelijk niet of nauwelijks meer te meten.
- Bij het ontwerp van een machine, skid of frame is het wenselijk om materiaal met zoveel mogelijk dezelfde wanddikte te kiezen. Hierdoor is er tijd te besparen in het omstellen van de machine.
- De vuistregel is dat gaten en sparingen niet kleiner mogen zijn als de wanddikte van het materiaal. Mocht dit nu wel de wens zijn dan zou er gekozen kunnen worden voor het piercen van centergaten,

dit bespaart tijd voor het opnieuw uitmeten bij het boren.

- De snijsnelheid bij grote contouren is vele malen hoger dan bij kleinere contouren, het kiezen van grotere contouren waar mogelijk scheelt snijtijd.
- Aan de aanvoerkant is de klemmericging van de machine uitgerust met een afzuiging. Hierdoor wordt het grootste deel van het snijstof afgezogen. Vooral bij RVS willen deze hete deeltjes nog wel eens aan de binnenkant van het profiel vasthechten. Er zijn mogelijkheden om het materiaal voor te bewerken om dit te voorkomen, of het na bewerking te reinigen.
- Bij het snijden van aluminium zullen de snijkanten aan de binnenzijde vaak ruw zijn. In dit geval is er vaak een nabehandeling nodig.
- Bij open profielen zoals hoek- of C-profielen is het belangrijk dat de tekening de in- en uitwendige radius bevat, en dat deze ook overeenkomen met de werkelijkheid.

Om de beste kwaliteit te kunnen garanderen houden wij intern rekening met de punten welke onze klanten niet kunnen beïnvloeden. Kleine maatafwijkingen van profielen zijn normaal in het basismateriaal, hierdoor kunnen er kleine afwijkingen voorkomen. Maar om dit tot een minimum te beperken werken wij zoveel mogelijk met materiaal uit dezelfde batch.

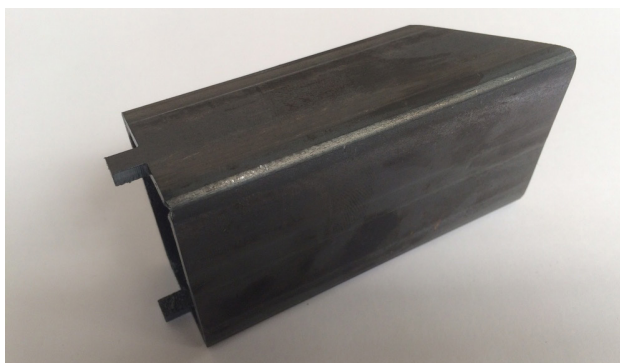


Fig. example: positioneringsnokken



Fig. example: ravelen

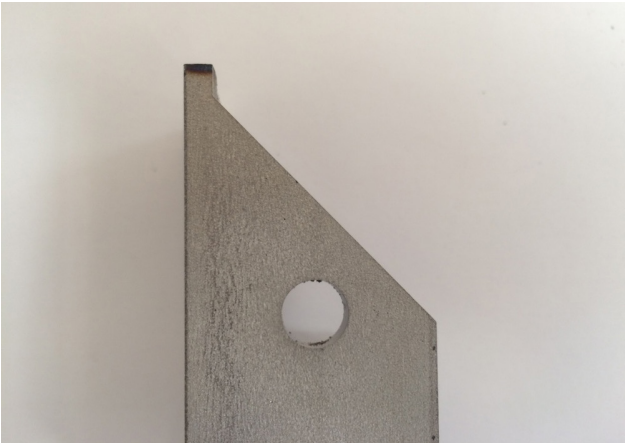


Fig. example: versteksneede lip



Fig. example: diversen

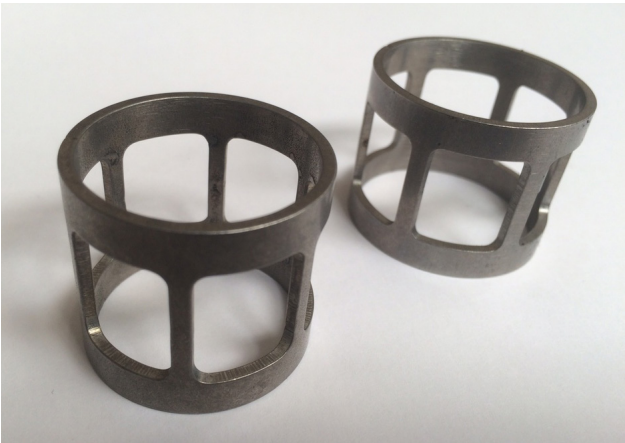


Fig. example: diversen1



7 boren

Tappen

Onderstaande tabel bevat de boordiameters voor de diverse schroefdraden. Deze tabel gaat uit van de gebruikte standaardvormen.

Metrische draad			Gasdraad	
	Minimale plaatdikte	Boor diameter (mm)		Boor diameter (mm)
M2	0.8	1.6	G 1/8	8.7
M2.3	0.8	1.9	G ¼	11.75
M2.6	0.9	2.15	G 3/8	15.25
M3	1.0	2.5	G ½	19
M4	1.4	3.3	G 5/8	21
M5	1.6	4.2	G ¾	24.5
M6	2.0	5	G 7/8	28.25
M7	2.0	6	G 1	30.5
M8	2.4	6.8	G 1 1/8	35.5
M9	2.4	7.8	G 1 1/4	39.5
M10	3.0	8.5	G 1 3/8	41.5
M12	3.0	10.5	G 1 ½	45
M14	4.0	12	G 1 5/8	48.5
M16	4.0	14	G 1 ¾	51
M18	5.0	15.5	G 2	57
M20	5.0	17.5		
M22	5.0	19.5		
M24	6.0	21		

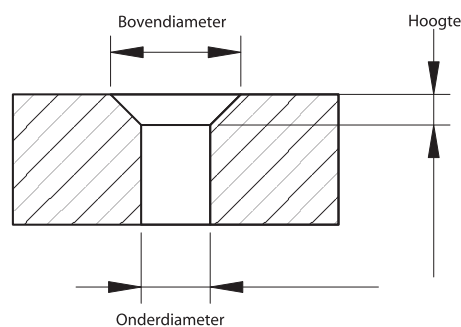
Voor metrische draad gaan de volgende regels op:

- Boordiameter = draadtype - spoed.
- De minimale plaatdikte voor tappen is tweemaal de spoed.



Fig. 7.1

Verzinken (Fig. 7.2)



Schroef-draad	Afmetingen				
	Onder diameter	Kop (hoek 90 graden)			
		Zaagsnede		Zeskant	
		Boven diameter	Hoogte	Boven diameter	Hoogte
M 3	3.3	6.3	1.5	6.72	1.71
M 4	4.4	9.4	2.5	8.96	2.28
M 5	5.5	10.4	2.5	11.2	2.85
M 6	6.6	12.6	3.0	13.44	3.42
M 8	8.5	17.3	4.4	17.92	4.69
M 10	10.6	20.0	4.7	22.4	5.89
M 12	13.5			26.88	6.69
M 16	17.5			33.6	8.05
M 20	22.0			40.32	9.16

Vloeiboren en tappen

Wanneer in een rechthoekige buis de wanddikte niet voldoende is voor draadtappen, wordt er gebruik gemaakt van vloeiboren en tappen. Vloeiboren bestaat uit twee handelingen. Het boren van een gat in de plaat en, gelijktijdig, het vormen van een bus. (Fig. 7.1) De bus maakt het mogelijk om na het boren een draadlengte te tappen die vele malen groter is dan de plaatdikte. Deze bewerkingen worden uitgevoerd met een hoogtoerenboormachine voorzien van een speciale tap.

Schroefdraad	Wanddikte	
	Minimaal	Maximaal
M 5	1.5	1.75
M 6	1.5	4.0
M 8	1.5	4.0
M 10	2.0	4.0
M 12	2.5	4.0
M 16	2.5	4.0

Toepassingseisen

- Afstand tussen de gaten: $2.5 \times \text{gatdiameter}$.
- Afstand gat tot rand van de plaat: $0.5 \times \text{gatdiameter} + 5 \text{ mm}$.
- Afstand gat tot rand zetting: $\text{wanddikte} + 5 \text{ mm} + 0.5 \times \text{gatdiameter} + \text{radius zetting}$.
- Afstand gat tot hart las: $0.5 \times \text{gatdiameter} + 9 \text{ mm}$.



Positioneer gaten in buis en koker niet in het midden. Door de kracht die optreedt tijdens de bewerking wordt het profiel dan ingedrukt.

In verband met de vorming van de bus is vloeiboren niet geschikt voor bewerking in vlakke plaat.

Verzonken cilinderkop

Met een meertrappige boor (Fig. 7.3) kan in één boorbeweging een verzonken gat voor een cilinderkop (potgat) vervaardigen. (Fig. 7.4)

Verder in het bezit:

- 26×13 (voorboren noodzakelijk, maat 13 geen boor maar cilinder)
- 13.5×8.4
- 22×8.5 (voorboren noodzakelijk, maat 8.5 geen boor maar cilinder)

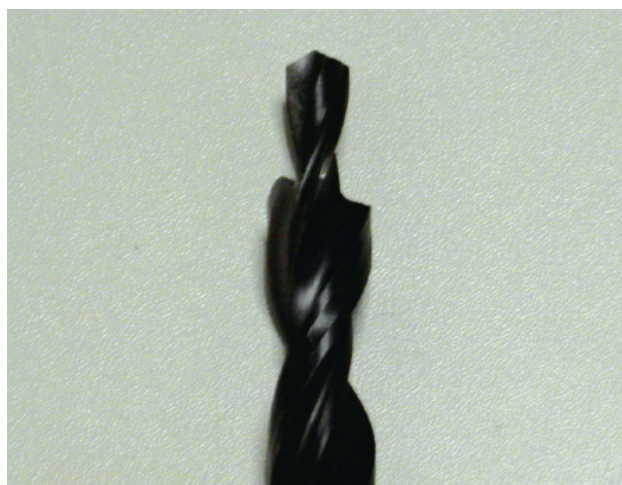


Fig. 7.3

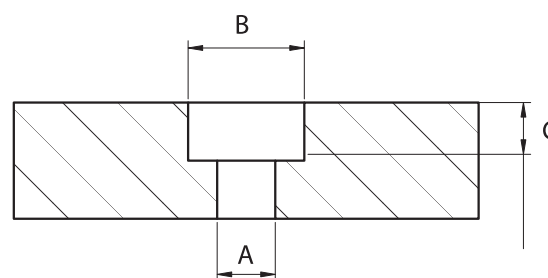


Fig. 7.4

Schroefdraad	Afmetingen			
	Draad-schacht A (mm)	Kopschacht B (mm)	Hoogte kop (mm)	Diepte kopdeel minimaal C (mm)
M 5	6	11	5	5.5
M 6	6.6	11	6	6.5
M 8	9.0	15	8	8.5
M 10	11.0	18	10	10.5
M 12	13.5	20	12	12.5
M 16	17.5	26	16	16.5

8 buigen



Het omzetten van een vlakke plaat naar een driedimensionaal product wordt vaak gedaan door middel van buigen. Buigen is een vrij complexe techniek, omdat er vele factoren zijn die het eindresultaat beïnvloeden: materiaalsoort, materiaaldikte, walsrichting, warmte-invloeden, gereedschapslijtage, groefbreedte, bovenmes, verkortingswaardes, zethoeken, binnenradius, invloed van gaten... In dit hoofdstuk worden de belangrijkste aspecten van het buigen behandeld.

Vrijbuigen

Kepser maakt gebruik van het zogenaamde vrijbuigen, (Fig.8.1) omdat dit de meest flexibele manier is om een hoek te buigen. Door de bovenstempel naar beneden te bewegen, wordt de te buigen plaat in de ondermatrijs gedrukt. De hoek die hierdoor ontstaat hangt niet af van het gereed-

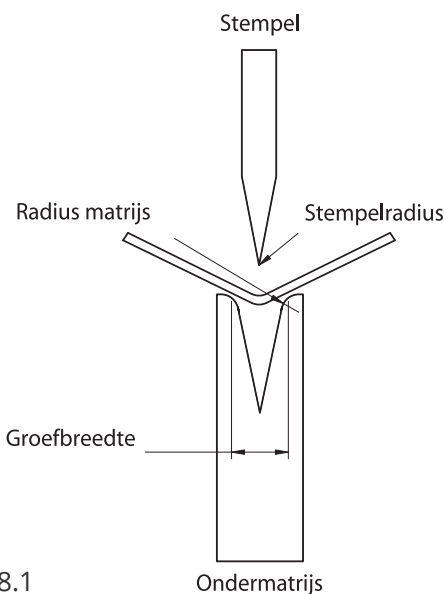


Fig. 8.1

schap, maar van de indrukkdiepte en de plaatdikte. Omdat zowel de bovenmessen als de ondermatrijzen uit gedeelde stukken bestaan, kan voor elk product een opstelling worden gemaakt waarmee het optimaal kan worden gezet. Voor het zetten van RVS wordt band gebruikt om beschadiging van het materiaal tegen te gaan. (Fig. 8.2)

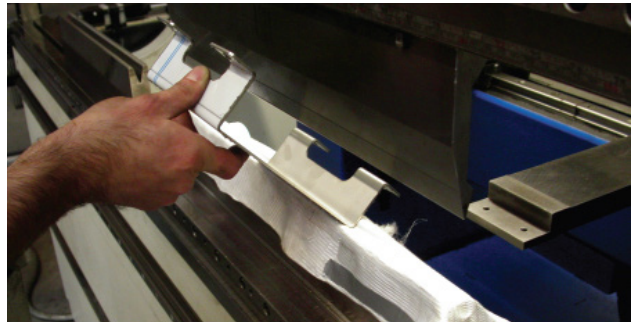


Fig. 8.2

Kepser heeft vier kantbanken, alle uitgerust met grafische weergave van het buigproces op het beeldscherm en hoekcontrole door middel van het zogenaamde ACB-systeem (nadere toelichting op het ACB-systeem verderop in dit hoofdstuk).

De programma's op de Trumpf banken zijn onderling uitwisselbaar, mits de afmetingen van het product toelaatbaar zijn op een andere bank. De maximale lengte van het te zetten product is 4080 mm (informatie over de afmetingen per kantbank verderop in dit hoofdstuk).

Verhouding groefbreedte - plaatdikte

Belangrijk bij het buigen is de verhouding tussen de groefbreedte en de plaatdikte en de bijbehorende inwendige productradius.

In de regel wordt de verhouding groefbreedte = 8 x plaatdikte gehanteerd. Het is echter mogelijk op een grotere of kleinere groef te buigen. Afwijkende combinaties moeten individueel bekeken worden.

Voor de bijbehorende radius geldt:

- Standaard groef (8 x s) $R_i = 1.2 \times s$
- Groef kleiner $R_i = s$
- Groef groter $R_i = 1.5 \times s$



- Vermeld de radius niet op de tekening als deze niet belangrijk is.
- Teken de radius volgens de regels op de vorige pagina. Kepser heeft voornamelijk universeel gereedschap, wat inhoudt dat er met vaste radius gewerkt moet worden. De radius wordt bij Kepser aangepast om goede plaatuitslagen voor de productie te verkrijgen.
- Vermeld de radius specifiek, als de nauwkeurigheid hiervan erg belangrijk is. Dan kan deze met behulp van een ronde as in een product gedrukt worden. Hiervoor moet vaak wel een speciaal bovengereedschap gemaakt worden.

Buigkracht

De buigkracht wordt berekend met de volgende formule: $F = C \cdot R_m \cdot B \cdot S^2 / V$.

F = buigkracht.

C = correctiefactor, Trumpf rekent met 1.33.

R_m = treksterkte.

B = breedte product.

S = plaatdikte.

V = groefbreedte.

De maximale buigkracht is 400 kN/m kantlengte.

Nauwkeurigheid hoek

Bij het zetten kan een hoeknauwkeurigheid van +/- 0,5 graad worden gegarandeerd.

Nauwkeurigheid ACB-systeem

Nadat een plaat in een bepaalde hoek is gebogen veert deze altijd terug. Om deze terugvering te compenseren wordt de plaat iets verder gebogen dan de benodigde hoek. De exacte grootte van de terugvering is echter moeilijk in te schatten; die kan zelfs bij dezelfde materialen per keer verschillen.

Om dit te voorkomen zijn de kantbanken van Kepser voorzien van een ACB-systeem (Automatically Controlled Bending). (Fig. 8.3) Dit systeem berekent automatisch hoever een plaat moet worden doorgedrukt om tot de gewenste hoek te komen. Na het



Fig. 8.3

zetten van de hoek komt het bovenmes hiertoe een stuk omhoog, waarna de terugvering wordt gemeten. (Fig. 8.4) Aan de hand van deze meting wordt het bovenmes nogmaals in de hoek gedrukt en corrigeert het systeem het product automatisch tot de gewenste hoek. Het ACB-systeem garandeert een nauwkeurigheid van 0.3 graad.

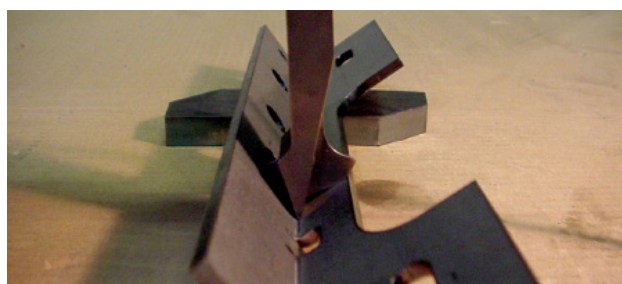


Fig. 8.4

Nauwkeurigheid beenlengte

Afwijkingen in productlengte die door het lasersnijden zijn veroorzaakt, worden door het buigen vergroot. Bij Kepser blijven afwijkingen altijd kleiner dan 0.2 mm per zetting. Voor afwijkingen bij meerdere zettingen zie Fig. 8.5.

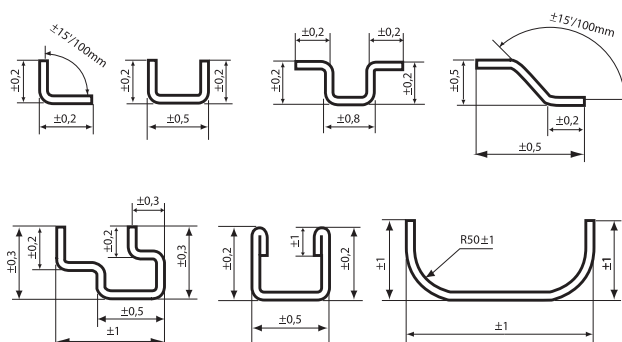


Fig. 8.5

Grote inkeping

Vaak is het noodzakelijk of gewenst om een stuk uit de plaat te halen alvorens deze te buigen. Vervorming van de buiging in de hoek is gedeeltelijk op te vangen als het gat nog goed dicht te lassen is. Door het lassen treedt namelijk krimp van het materiaal op en kunnen de gezette delen nog wat naar elkaar toe trekken, waardoor de haaksheid beter wordt dan vlak na het zetten.



Gebruik in dit geval ronde gaten met een diameter van $1.5 \times$ plaatdikte (ongeacht plaatdikte en materiaalsoort). (Fig. 8.6)

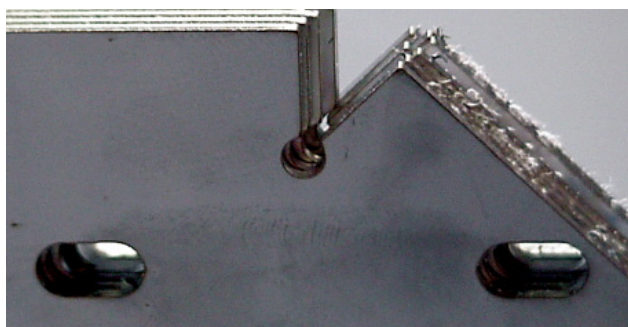


Fig. 8.6

Minimale afmeting gat - buiglijn

Om de afstand van het gat tot de buiglijn te bepalen worden verschillende formules gehanteerd voor verschillende gatvormen. We maken onderscheid tussen ronde gaten, vierkante gaten en sleufgaten. (Fig. 8.7 + 8.8)

$X_{\min}$ = minimale afstand tot onderkant gat

s = plaatdikte

d = gatdiameter

R_i = binnenradius

b = gatbreedte (sleufgaten en vierkante gaten)

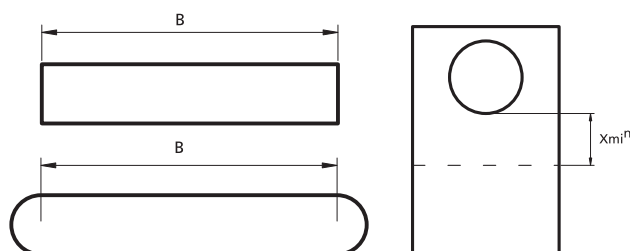


Fig. 8.7

Afstand $X_{\min}$

- Ronde gaten $X_{\min} = R_i + 2 \times s$
- Vierkante gaten $X_{\min} = R_i + 3.3 \times s$ $b \leq 25$
- en sleufgaten $X_{\min} = R_i + 3.5 \times s$ $25 < b < 50$
- $X_{\min} = R_i + 4 \times s$ $b \geq 50$



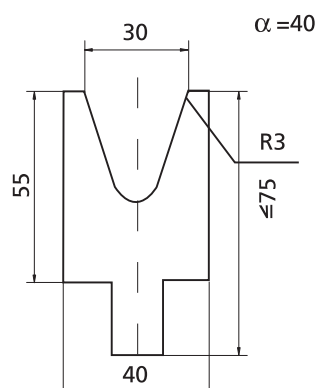
Fig. 8.8

Let op: bij gebruik van deze formules is het belangrijk de juiste radius toe te passen!

- Standaard groef ($8 \times s$) $R_i = 1.2 \times s$
- Groef kleiner $R_i = s$
- Groef groter $R_i = 1.5 \times s$

Kepser hanteert groef 20 als ideale groefbreedte voor 3 mm (24 is niet voorhanden).

Ondergereedschap				
Type	Groefbr.	Stand. Plaatdikte	Totale br.	Radius zijkant groef
OZU-351	8	1	16	2.5
OZU-352	12	1,5	20	3
OZU-353	16	2	30	3.5
OZU-363	20	3	35	4
OZU-031	30	4	40	3
OZU-032	40	5 + 6	50	4
OZU-016	60	8 + 10	80	5
OZU-081	10 rechte groef, pletten	1 + 1,5 + 2	50	





- Pas de formules op de vorige pagina alleen strikt toe als vervorming van het gat absoluut niet is toegestaan.
- Gebruik de formules, als enige vervorming wel toelaatbaar is, om de kritische afmetingen te verkrijgen en neem de maten vervolgens waar mogelijk iets ruimer (i.v.m. fluctuaties in het materiaal).



Soms moeten gaten dicht bij de buiglijn komen te liggen dan volgens bovenstaande formules mogelijk is. Een truc die dan toegepast kan worden is het maken van een insnijding op de buiglijn. (Fig. 8.10) Deze truc gaat niet alleen op voor gaten maar ook voor andere vormen die dicht bij de hoek liggen. Hiertoe moeten echter eerst de volgende vragen worden beantwoord:

- Mag het gat vervormen?
- Mag de opening die door de insnijding na het buigen ontstaat open blijven?

Het dichtlassen zorgt namelijk voor extra bewerkingen, dus kosten, en het product kan er mogelijk door vervormen. Een zo groot mogelijke opening, het liefst over de hele buigzone, geniet de voorkeur.

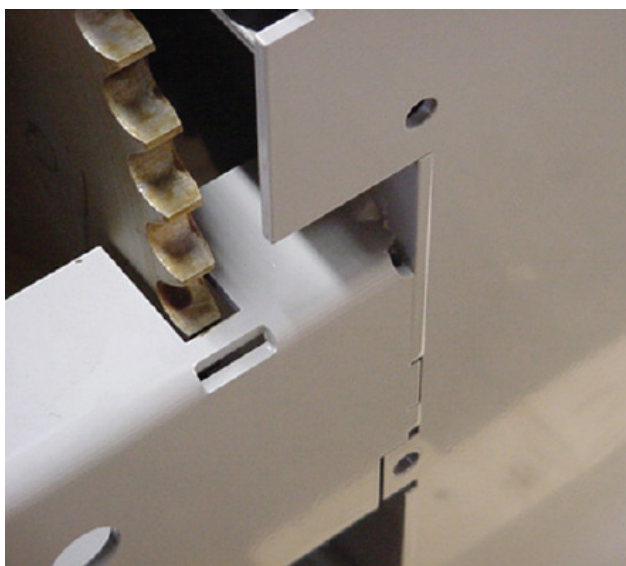


Fig. 8.10



- Hanteer de volgende regels als de opening zo klein mogelijk moet zijn:
 - Lengte opening = minimaal lengte gat.
 - Breedte opening = minimaal de lengte van de verkorting in de binnenhoek (afhankelijk van plaatdikte en zetgroef). Deze verkorting is te berekenen met het CAD-pakket.

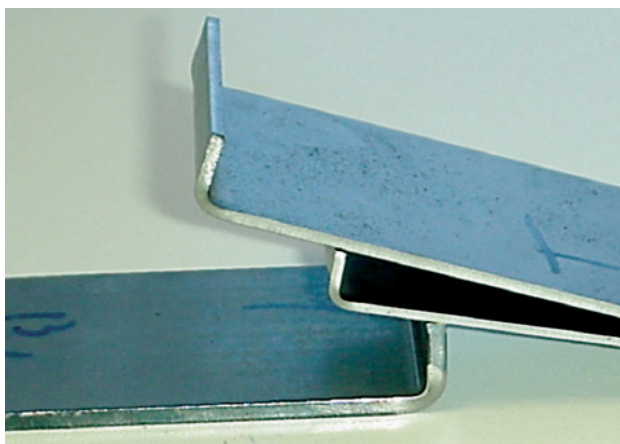


Fig. 8.11

Minimale beenlengte

De minimale lengte van het te buigen been (instelling achteraanslag) is afhankelijk van het gebruikte ondergereedschap. (Fig. 8.11) Onderstaande tabel bevat een overzicht van de minimale beenlengte bij verschillende typen ondergereedschap.

Smalle producten zijn beter te zetten dan brede producten. Brede producten zijn namelijk niet altijd exact recht/recht op de zetbank te positioneren, waardoor er onnauwkeurigheden kunnen optreden.

Ondergereedschap		
Type	Stand. Plaatdikte	Minimale beenlengte = 1/2* groefbreedte + radius matrijs + 1 mm
OZU-351	1	6.5
OZU-352	1,5	9
OZU-353	2	11.5
OZU-363	3	14
OZU-031	4	18
OZU-032	5 + 6	24
OZU-016	8 + 10	35

U-profiel zetten

Bij het vermelden van de minimale U-profielen die gebogen kunnen worden wordt uitgegaan van binnenmaten, (Fig. 8.12) zodat de plaatdikte geen invloed heeft in de tabel. Bij het buigen van U-profielen wordt gewerkt met het bovenmes BIU-033/2. (Fig 8.13)

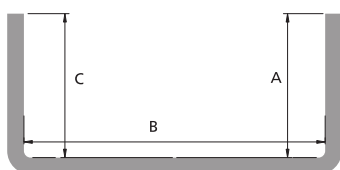


Fig. 8.12

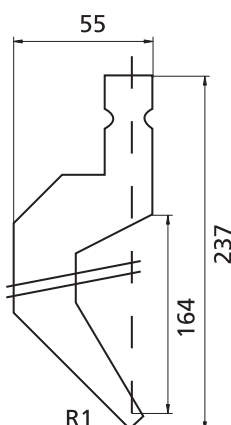


Fig. 8.13

Minimale afmetingen

De minimale afmeting van het te buigen U-profiel is afhankelijk van de plaatdikte in combinatie met bijbehorende groefbreedte (8 x s) en de afmeting van het bovenmes. Er is op drie manieren naar de minimale U gekeken:

1. Uitgaande van een minimale B-lengte en de maximale A-lengte die daarbij hoort.

2. Uitgaande van een minimale A-lengte die te buigen is en de bijbehorende minimale B-lengte waarbij het product nog te buigen is.
3. Minimale U-afmeting $A=C$. Voor de maximale U-afmeting is C niet van belang.

Maximale afmetingen

De maximale afmetingen zijn afhankelijk van de afmetingen van het mes en de machine. Door de lengte van B op te laten lopen wordt duidelijk wat de maximale A-lengte mag zijn (zie tabel op deze pagina; (Fig. 8.15) voor tussenliggende waarden kan geïnterpoleerd worden). Tot de B-lengte van 130 is de vorm van de U afhankelijk van het mes, daarna van de bovenbalk. De tabel is samengesteld op basis van het gebruik van een bovenmes zonder tussenstuk en zonder opening tussen het mes en de klembalk. Voor grote U-vormen kan bekeken worden wat de mogelijkheden zijn als er tussenstukken worden toegepast.

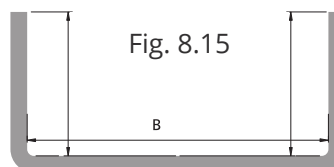


Fig. 8.15

B	A max
25	57.5
B	$B+32.5$
95	127.5
105	131.1
115	129.1
125	126.7
135	123.8
145	132.2
155	127.8
165	126.8
175	132.5
185	136.9
195	142.6
215	165.5
225	182.5
B	$B-42.5$
770	727.5

In de tabel is uitgegaan van 2 zettingen voor het vervaardigen van een profiel zonder dat daarbij de gezette zijde vervormt.

Plaatdikte	Stand. Groef	Minimale B-lengte			Minimale A-lengte	
		Bmin gegeven	Amax berekend	Amin berekend	Amin gegeven	Bmin berekend
1	8	6.5	-	-	6.5	10.5
1.5	12	9	-	-	9	10.8
2	16	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5
2.5	20	14	22.4	14	14	12.6
3	20	14	22.4	14	14	12.6
4	30	18	40.6	18	18	15.3
5	40	24	56.5	24	24	20.8
6	40	24	56.5	24	24	20.8



- Met tegendrukken zijn er, in overleg, kleinere vormen mogelijk. Houd er wel rekening mee dat dit lichte vervorming met zich meebrengt. (Fig. 8.16)

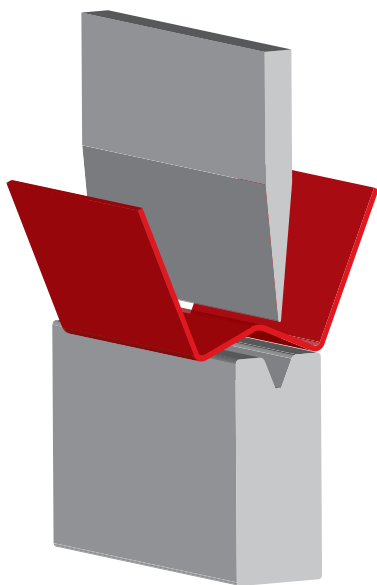


Fig. 8.16

- Ook kan er, om het product toch uit een deel te zetten, voor gekozen worden extra zettingen in het product te plaatsen. Dit geeft het product wel een ander uiterlijk. (Fig. 8.17)

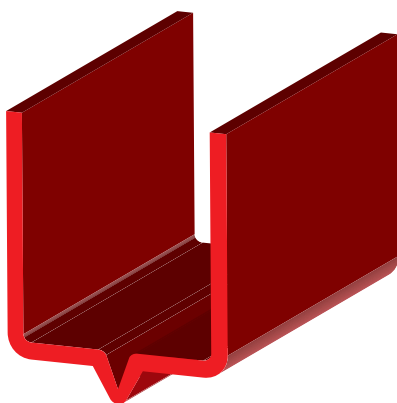


Fig. 8.17

Kleine doos buigen

De minimale afmeting van een te buigen doos hangt af van de minimale afmeting van een te buigen U en het smalst beschikbare mes. Het smalste zwanenhals bovenmes van Kepser is 20 mm.



- Ga om de meest kritische doos qua grondoppervlak en hoogte te berekenen uit van het kleinste doosoppervlak: 25 x 25 mm. Hier hoort een hoogte van 57.5 mm bij (zie de tabel voor het buigen van een maximale U).
- Zoek voor de haalbaarheid van andere doosformaten (groter grondoppervlak) de bijbehorende hoogte op in de tabel voor het buigen van een maximale U.

Z-vorm buigen

De minimale afmeting van een Z-vorm hangt af van de afmetingen van de onderbalk en de matrijs. Het bovenmes heeft geen invloed. De maximale werkhoogte is 1050 mm (hoogte inclusief ondermatrijs). De onderstellen van de V85 en V130 (Tab. 8A) zijn identiek; alleen de maximale lengte van het product is anders. De V170 (Tab. 8B) heeft een bredere onderbalk, waardoor hier andere waarden voor de minimale Z-vorm voor gelden.

De Z-vorm is op twee manieren te buigen, afhankelijk van het punt waar de nauwkeurigste maat moet komen. (Fig. 8.18)

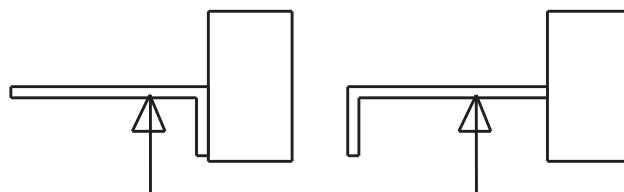


Fig. 8.18

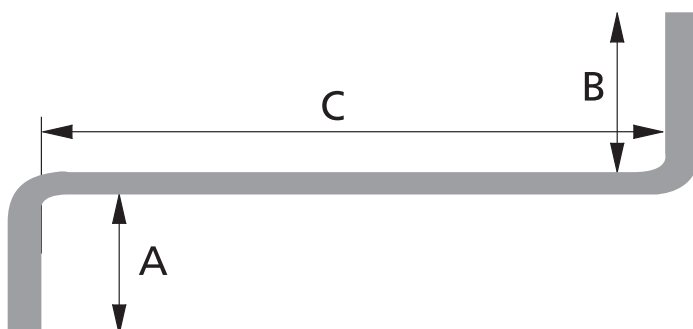


V85 en V130 (Tab. 8A)

	V85	V130
Zetbreedte	2050	3060
Halsdiepte	410	410
Afstand tussen de halzen	1750	2690

V170 (Tab. 8B)

	V170
Zetbreedte	4080
Halsdiepte	410
Afstand tussen de halzen	3680



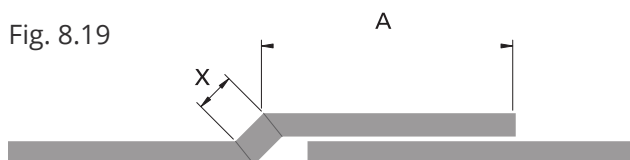
V85 / V130			Minimale afmeting C in relatie tot A (mm)					
Plaatdikte	Stand. Groef	Min A	C				B min	B (max)
			Min A ≤ A < 100	100 ≤ A < 135	135 ≤ A < 260	260 ≤ A < 860		
1	8	6.5	9.5	53	62.6	98	6.5	:
1.5	12	9	12.25	53	62.6	98	9	:
2	16	11.5	19	53	62.6	98	11.5	:
2.5	20	14	20.5	53	62.6	98	14	:
3	20	14	21.1	53	62.6	98	14	:
4	30	18	24.8	53	62.6	98	18	:
5	40	24	31	53	62.6	98	24	:
6	40	24	32.2	53	62.6	98	24	:

V170			Minimale afmeting C in relatie tot A (mm)					
Plaatdikte	Stand. Groef	Min A	C				B min	B (max)
			Min A ≤ A < 100	100 ≤ A < 135	135 ≤ A < 256	260 ≤ A < 860		
1	8	6.5	9.2	82.5	100	119	6.5	:
1.5	12	9	11.8	82.5	100	119	9	:
2	16	11.5	18.6	82.5	100	119	11.5	:
2.5	20	14	20.5	82.5	100	119	14	:
3	20	14	21.1	82.5	100	119	14	:
4	30	18	24.8	82.5	100	119	18	:
5	40	24	31	82.5	100	119	24	:
6	40	24	32.2	82.5	100	119	24	:

Verzet buigen

De lengte X (Fig. 8.19) is afhankelijk van de groefbreedte waarop gezet wordt. Dit i.v.m. de totale breedte van de ondermatrijs.

Fig. 8.19



Plaatdikte	Stand. Groef	Min A	Totale breedte	Lengte X
1	8	6.5	16	9.2
1.5	12	9	20	12.25
2	16	11.5	30	19
2.5	20	14	35	20.5
3	20	14	35	21.1
4	30	18	40	24.8
5	40	24	50	31
6	40	24	50	32.2

Pletten

Om dun plaatmateriaal op bepaalde plaatsen te verstevigen of scherpe randen te vermijden kan het op deze plaatsen worden geplet ofwel dubbelgevouwen. (Fig. 8.20) Dat gebeurt in twee stappen. Eerst wordt de flens zo ver mogelijk gebogen. Vervolgens wordt hij platgedrukt. Na het pletten is de totale hoogte 2 tot 2.5 keer de oorspronkelijke plaatdikte.

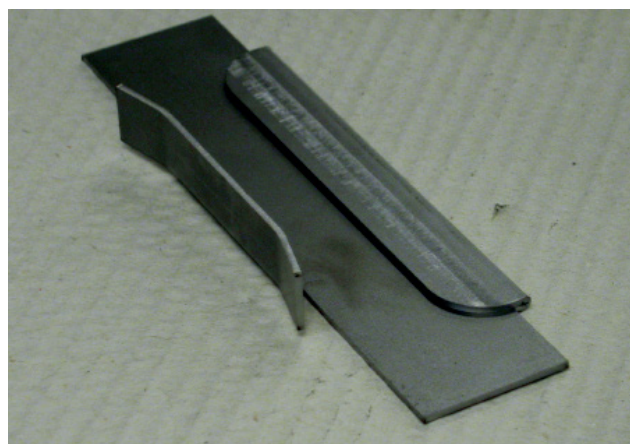


Fig. 8.20

De maximale lengte van de flens is niet van belang, aangezien het materiaal in de hoek wordt doodgedrukt, waardoor de gehele flens vervormt. De maximale plaatdikte die men kan pletten is 3 mm, de maximale lengte van een te pletten stuk 3 meter.



Zetten

- Laat de buiglijn niet in het verloop van de contour van het andere been lopen. De opstuiking en de uitrekking worden bij de buigzone gehinderd, wat scheuren veroorzaakt. Maak om dit te voorkomen een snede in het verlengde van de buitencontour van het te zetten been. (Fig. 8.21) Hanteer 1.5 x s als minimale sleufbreedte.



Fig. 8.21

- Vermijd schuine kanten aan de buigrand. Deze vervormen tijdens het zetten. De minimale hoogte waarvan de schuine kant mag beginnen is: $\frac{1}{2} \times \text{groefbreedte} + \text{plaatdikte} = L_{\min}$. (Fig. 8.22)

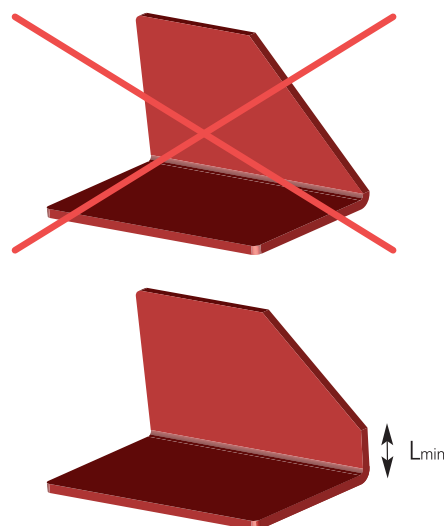


Fig. 8.22

- Beter dan een kort buigbeen Y is het verkorten van de kant van het andere been met de grootte X. De grootte van X moet minimaal $0.5 \times s$ zijn. Het is ook mogelijk het korte buigbeen op de buiglijn te leggen, maar dan moet er wel een insnijding op de overgangsplaat gemaakt worden. (Fig. 8.23)

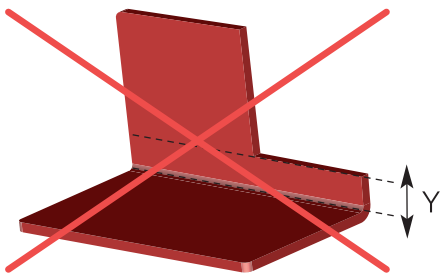
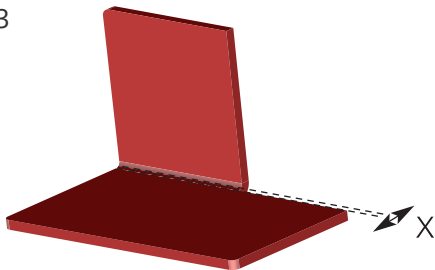


Fig. 8.23



- Maak een uitsparing op de plaats van de buiglijn om zadelvorming door het buigen tegen te gaan. (Fig. 8.24)

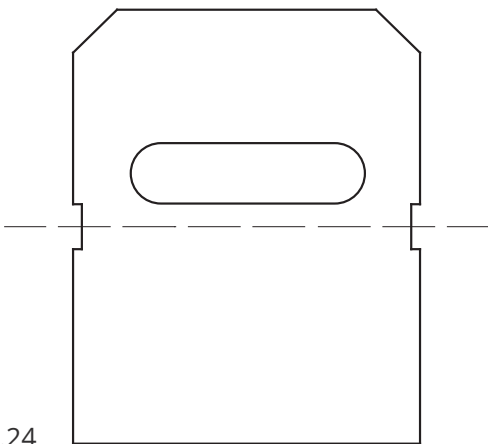


Fig. 8.24

- Beter dan een kort buigbeen Y is het om de uitsparing om de buigrand te laten lopen en het andere been met de grootte X te verkorten. De grootte van X moet minimaal $0.5 \times s$ zijn. (Fig. 8.25 en 8.26)



Fig. 8.25

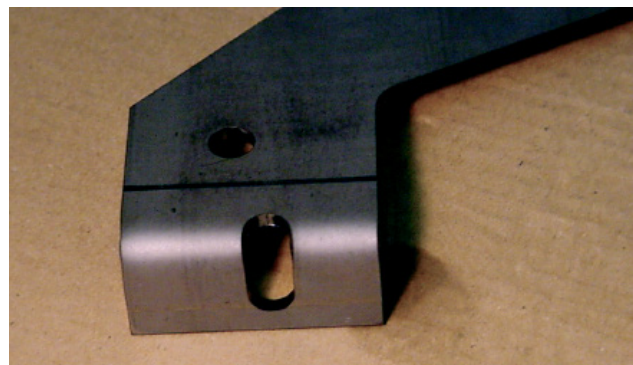
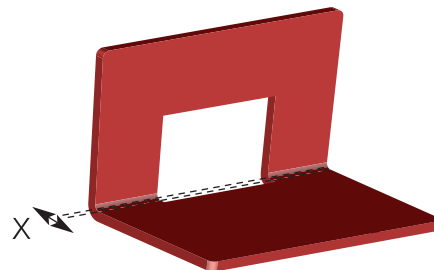


Fig. 8.26

- Het plaatsen van twee sets gereedschappen naast elkaar op een kantbank, waarvan één set traditioneel opgespannen en de andere set omgekeerd (stempel onder en matrijs boven), maakt het mogelijk meerdere buigingen uit te voeren zonder het product te draaien.
- Bij een lang product met een korte kopse zetting heeft het lossnijden en lassen van deze zijde de voorkeur boven zetten.
- Als een bepaald product niet op de kantbank vervaardigd kan worden, dan is het een optie dit met de hand te buigen. Maak in dat geval kleine inkepingen op de buiglijn om de plaats van buiging te waarborgen en de kracht benodigd voor de buiging te reduceren. (Fig. 8.27)

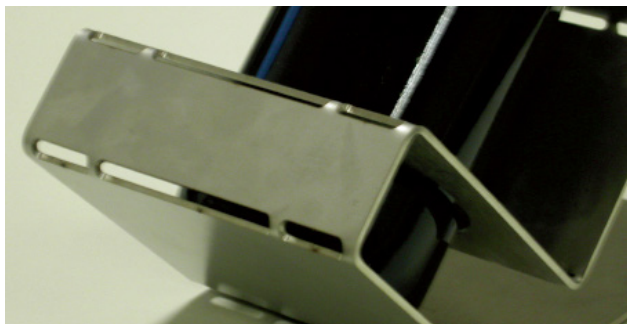


Fig. 8.27

- Van de vormen hiernaast is de bovenste de gunstigste (smalle lasnaden en een eenvoudige uitslag). Door eerst de korte zijde te zetten en daarna de lange, kan men één meslengte gebruiken en het product doorzetten waarbij rekening gehouden wordt met de terugvering. (Fig. 8.28 en 8.29)



Fig. 8.28

Buigverliezen

Het buigverlies is van vele factoren afhankelijk: materiaalsoort, materiaaldikte, walsrichting, warmteinvloeden, gereedschapsslijtage, groefbreedte, bovenmes, zethoeken, binnenradius... Het uitrekenen van plaatuitslagen en bijbehorende buigverliezen gebeurt bij Kepser met het 3D CAD-pakket. In de tabel hieronder staan de buigverliezen voor de meest gebruikte materiaalsoorten, gezet op de standaardgroef bij een hoek van 90 graden. Overige buigverliezen kunnen worden opgevraagd.

Buigverliezen 90 graden			
Plaatdikte (mm)	Groef (mm)	S235 JR	RVS 304
1	8	-2.08	-2.34
1.5	12	-2.87	-3.33
2	16	-4.17	-4.34
2.5	20	-4.97	-5.27
3	20	-5.48	-6.02
4	30	-7.18	-8.13
5	40	-9.31	-10.57
6	40	-10.71	-11.60
8	60	-14.58	-
10	60	-17.46	-

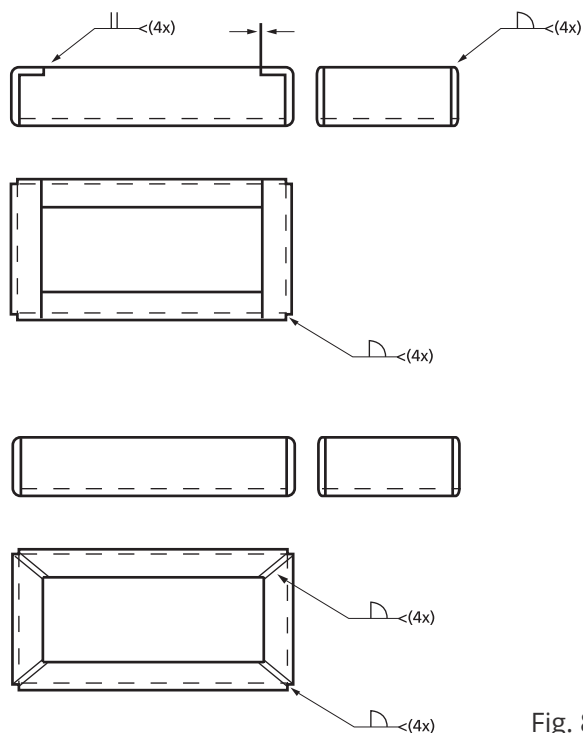


Fig. 8.29

9 walsen

Plaatwalsen

Walsbreedte	Diameter wals
1500 mm	90 mm
1500 mm	100 mm
2500 mm	205 mm

Of platen qua afmeting te walsen zijn, is van een aantal factoren afhankelijk. Om precies te zijn bepaalt de combinatie van plaatdikte, plaatbreedte en materiaalsoort de kracht die nodig is om het werkstuk te walsen.

Ga bij het berekenen van de walsuitslag uit van de neutrale lijn. Bedenk dat de inloop in de wals een vlakke kant aan het product zal veroorzaken. Dit is deels op te vangen door in de inloop eerst enkele facetten te buigen.



Profielwalsen

Het walsen van profielen gebeurt op een speciaal daarvoor bestemde profielwals. Voor verschillende profielen moeten de walsrollen op maat gemaakt worden, wat inhoudt dat er tal van profielen mogelijk zijn. Dit betekent echter niet dat alles kan. Bij Kepser wordt per profiel bekeken of walsen mogelijk is.



Neem een te walsen profiel met overlengte, maar geef de netto maat ook aan.



- Vermijd U-profielen met ongelijke flenzen.
- Houd, om torsie-knik van producten te voorkomen, het materiaal dat gewalst moet worden constant. Voeg dus geen extra ribben, grote openingen en dergelijke in en houd de breedte constant.
- Wilt u gaten in het te walsen materiaal hebben die niet naderhand aan te brengen zijn? Kies dan voor de combinatie lasersnijden en walsen. Zorg ervoor dat er bij het lasersnijden bruggen tussen het uit te drukken materiaal en het product blijven zitten, zodat dit toch gewalst kan worden. De inhoud van het gat kan dan naderhand worden verwijderd. (Fig. 9.1, 9.2 en 9.3)

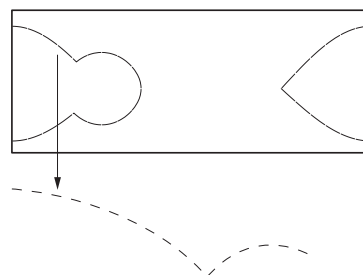


Fig. 9.1



Fig. 9.2



Fig. 9.3

- Gaten die voor het walsen in de plaat gemaakt worden, vervormen tijdens het walsen. Door de plaats van deze gaten af te tekenen of een klein gaatje voor te boren, kunt u ze toch markeren.

Facetbuigen

Een alternatief voor walsen is facetbuigen. Hierbij wordt een grote hoeveelheid buigingen met een kleine zethoek op korte afstand van elkaar gezet. Let op: bij facetbuigen blijven de zettingen altijd zichtbaar. (Fig. 9.4)

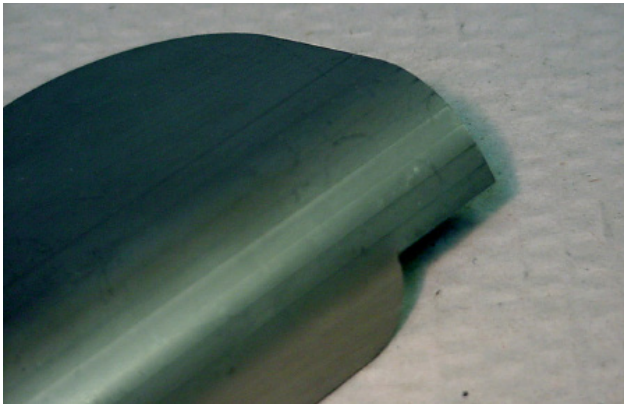


Fig. 9.4

Asdrukken

Als facetbuigen vanwege de seriegrootte te veel tijd kost, is asdrukken de meest geschikte methode. In tegenstelling tot facetbuigen ontstaat er bij asdrukken, het buigen met een ronde as, wel een exacte binnenradius. (Fig. 9.5)



Fig. 9.5

10 lassen

Om de plaats van lassen, het type las en de nabewerking op een heldere en eenduidige manier aan te geven worden lassymbolen gebruikt. Een goede kennis van deze symbolen is van belang voor mensen achter de PC én voor mensen in de productie. Lassen is een dure bewerking en maakt een belangrijk deel uit van de kostprijs van een product. Het consequent toepassen van de juiste norm voorkomt fouten en onduidelijkheden.



Vermeld bij elke lasbewerking de benodigde lasaanduidingen en het afwerkingniveau.

Lasaanduidingen

Symbolische weergave las- en soldeerverbindingen op tekeningen volgens NEN-ISO 2553.

Lasproces volgens NEN-EN-ISO 4063.

Kwaliteitsniveau volgens NEN-EN-ISO 5817 en NEN-ISO 10042.

Laspositie volgens NEN-EN-ISO 6947.

Lastoevoegmateriaal volgens NEN-EN-ISO 544, ISO 2560 en ISO 3581.



Lassen aangeven

- Geef de laspositie aan met de plaats van de pijl. Deze kan onder iedere gewenste hoek staan. Bij een lasverbinding waarvan een zijde is voorbereikt, wijst de pijl in de richting van het vlak dat voorbereikt moet worden. (Fig. 10.1)
- Gebruik een doorgetrokken referentielijn om aan te geven dat de verbinding aan de pijlzijde gelast moet worden. (Fig.10.2a)

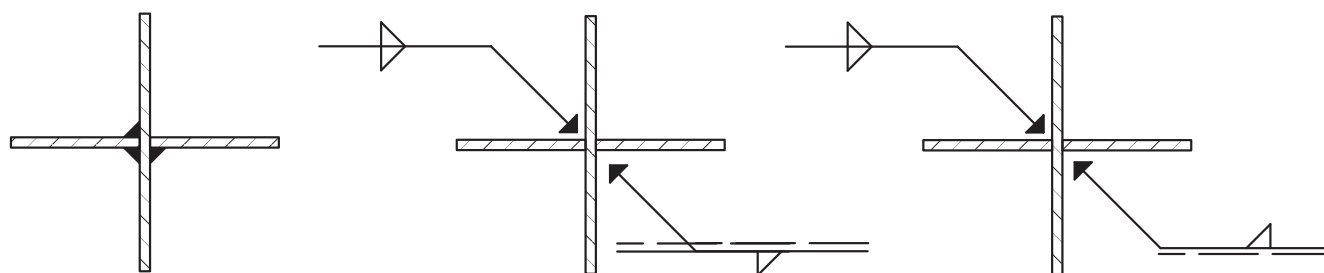


Fig. 10.3

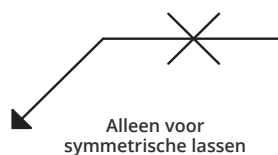


Fig. 10.2

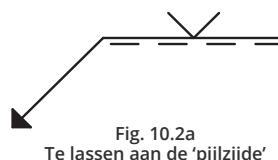


Fig. 10.2a
Te lassen aan de 'pijlzijde'

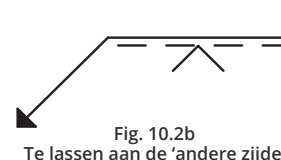
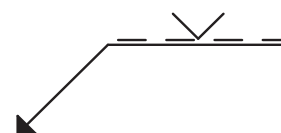
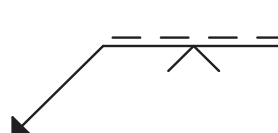


Fig. 10.2b
Te lassen aan de 'andere zijde'



- Gebruik een onderbroken referentielijn om aan te geven dat de verbinding niet aan de pijlzijde, maar aan de andere zijde gelast moet worden. (Fig.10.2b)
- Plaats het lassymbool zoals aangegeven op Fig. 10.3.

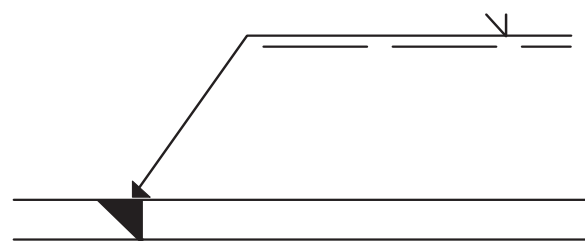


Fig. 10.1

Lassymbolen (Fig. 10.4)



Fig. 10.4

A = V-naad E = hoeklas
B = X-naad F = dubbele hoeklas
C = halve V-naad G = puntlas
D = K-naad H = proplas

Lasnaadafwerking (Fig. 10.5)

Naast symbolen voor de lasnaad bestaan er ook symbolen voor de lasnaadafwerking.

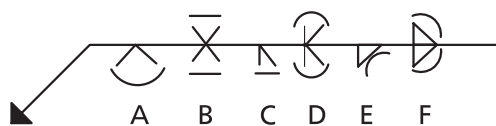


Fig. 10.5

A = V-naad, bol profiel
B = X-naad, vlak geslepen
C = halve V-naad, vlak geslepen
D = K-naad met bol profiel
E = hoeklas met hol profiel
F = dubbele hoeklas met bol profiel



Maatinschrijving lassen

- Plaats rechts of links van het symbool getallen om ervoor te zorgen dat de las op de juiste grootte wordt toegepast. Voor hoeklassen geeft het symbool aan wat de keelhoogte is (uitgedrukt in a of s). Vermeld ook de lengte van de las. (Fig. 10.6 en 10.7)

Lasaanduiding

a = nominale keelhoogte
s = penetratiediepte
z = nominale beenlengte

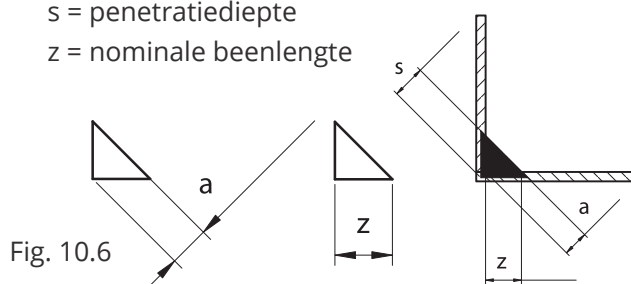


Fig. 10.6

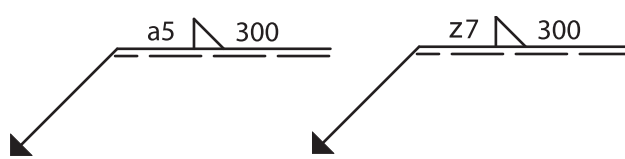
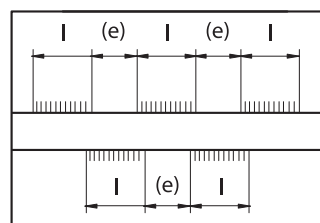


Fig. 10.6

Kettinglas



l = lengte van de las
e = afstand tussen de opeenvolgende lassen
n = het aantal lassen

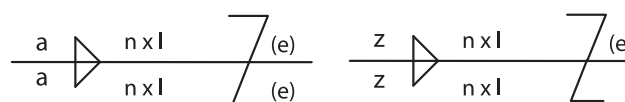


Fig. 10.7



Richtlijnen voor het aangeven van lassen

- Geef de plaats van lassen, het soort las en het kwaliteitsniveau (kettinglas, geheel aflassen, doorlassen, dubbelzijdig lassen) altijd aan op de tekening. Zie ook de voorbeelden hierboven.
- Geef lassen waarbij de plaats van de las erg belangrijk niet aan d.m.v. een kettinglas, maar als afzonderlijke lassen. Hierdoor weten de lassers dat de positie van de las belangrijk is.
- Houd er rekening mee dat de las nooit kleiner (minder sterk) mag zijn dan aangegeven.
- Bedenk dat de lasser zelf bepaalt welke type las hij legt als er alleen een pijl is aangegeven en niet het type lasverbinding.
- Geef bij lassen duidelijk aan of ze van beide zijden bewerkt moet worden en wat de afwerkingseisen zijn.
- Geef plaatsen waar niet gelast mag worden aan met de tekst 'niet lassen'.

Het voorkomen van vervorming

Vervorming wordt veroorzaakt door sterke plaatselijke verhitting. Het verwarmde deel zet uit waardoor druk ontstaat in het koude deel. Na afkoeling ontstaat krimp in het verwarmde deel waardoor trek ontstaat in het koude deel.

Een manier om vervorming te voorkomen is het vooraf aanbrengen van een afwijking, zodat na de krimp de gewenste vorm/maat ontstaat. Het voordeel van deze methode is dat restspanningen laag blijven en er geen dure opspanmiddelen nodig zijn. Een nadeel is dat het moeilijk is de vervorming vooraf te voorspellen.

Een andere manier is het opspannen van de te verbinden componenten. (Fig. 10.8) Dit heeft als nadeel dat elke beweging wordt verhinderd, wat bij het uitnemen kan leiden tot vervorming of zelfs scheurvorming door inwendige spanningen. Ook de bewerkingsvolgorde kan invloed hebben op de (mate van) vervorming.

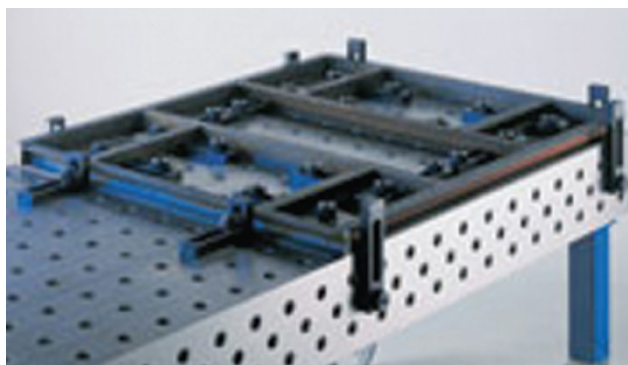


Fig. 10.8

Kromtrekken kan worden voorkomen door vooraf verstevigingsribben aan te brengen.



- Houd al in het ontwerpstadium rekening met ongewenste lasvervorming; vermijd of beperk het aantal lassen in het product.
- Beperk het volume van de las. Hoe groter het volume, des te groter de vervorming van het

product. Ook financieel gezien is het aantrekkelijker kleinere lasvolumes toe te passen.

- Las dubbelzijdig te lassen producten met een groot lasvolume afwisselend van onder en boven. Dit compenseert het kromtrekken van het product door warmte-inbreng. Gebruik hiertoe een X-naad in plaats van een V-naad bij dikke platen. (Fig. 10.9)
- Kies een gunstige locatie voor de las. Lassen bij de neutrale lijn zorgt voor een gelijkmatige verdeling van de krimpkrachten. Hierdoor is er minder kans op verdraaiing en vervorming. (Fig. 10.10)

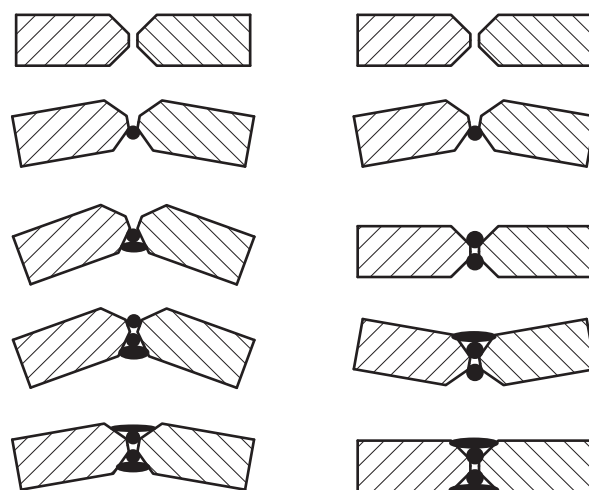


Fig. 10.9

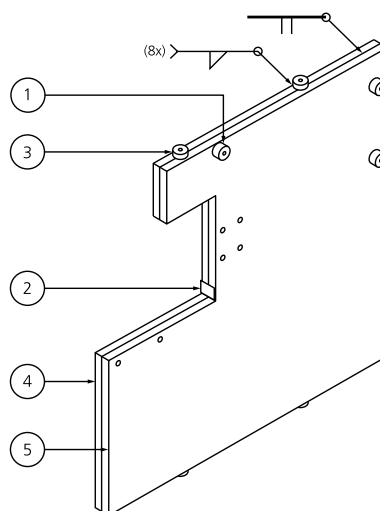


Fig. 10.10

Gelast I naad pijlzijde, rondom lassen. Las ligt in het midden van de gezette plaatdelen. Door de symmetrische plaats van de las is de trek in het product gelijkmatig, waardoor weinig vervorming optreedt. Hoeklas pijlzijde, rondom gelast.

- Las producten gelijkmatig af in plaats van eerst een zijde volledig af te lassen. Anders is de kans groot dat de vervorming te veel aan een zijde plaatsvindt. Dit kan gecorrigeerd worden door eerst meer aan de andere zijde te lassen. Met name bij het gebruik van nokken is deze werkwijze aan te raden. Door trek kan de nok namelijk uit de sleuf schieten.

Verbindingstypes

Hierna volgen enkele veel gebruikte verbindingstypes met hun voor- en nadelen.

Hoeklassen

Hoek op hoek (Fig. 10.11)

Voordelen:

- Goed vollassen van de opening.
- Doorlas naar de binnenkant.
- De sterkste verbinding (veel toevoegmateriaal).
- Nabewerking afhankelijk van de plaatdikte en afwerkingseisen van de klant (soms overbodig).
- Makkelijke uitslag, zonder moderne technieken te realiseren.

Nadelen:

- Vervorming (afhankelijk van de plaatdikte).

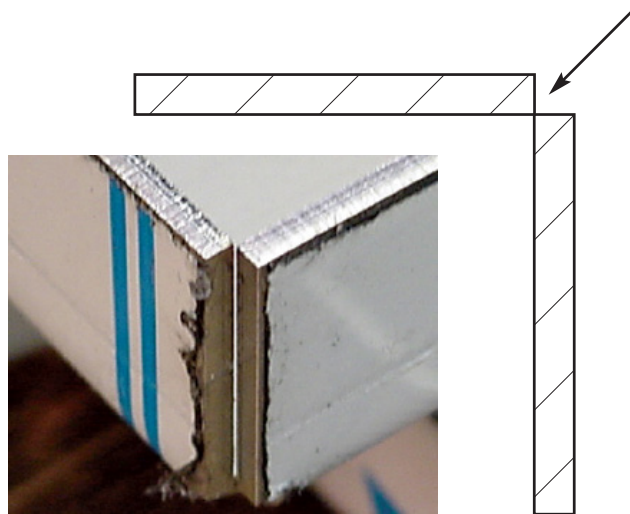


Fig. 10.11

Halve overlap (Fig. 10.12)

Voordelen:

- Mindervervorming, door minder warmte-inbreng.
- Gemakkelijker werken vanwege de aanslag op de andere plaat (positioneren).
- Vaak toegepast bij het lassen van een kopplaat op een pijp of koker.

Nadelen:

- Geen doorlas.
- Uiterlijk is minder fraai, geen ronde las.
- Altijd nabewerken.



Fig. 10.12

Volledige overlap lassen buitenzijde (Fig. 10.13)

Voordelen:

- Weinig vervorming.

Nadelen:

- Veel afslijpen, waarbij een deel van de las weggeslepen wordt.
- Zwakke verbinding.
- V-naad slijpen voordat gelast kan worden.
- Niet toepasbaar voor dikke plaat.

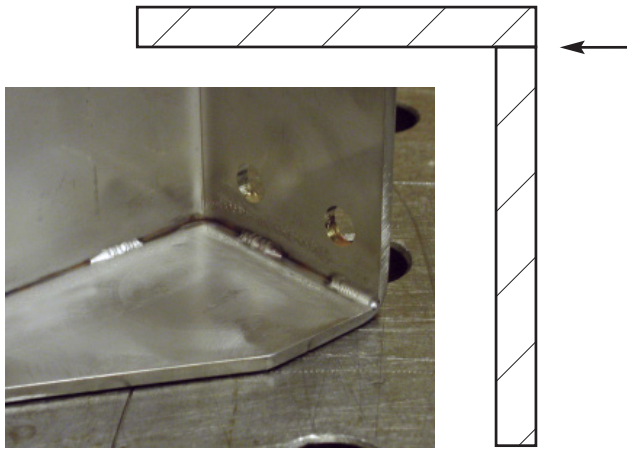


Fig. 10.13

Volledige overlap lassen binnenzijde (Fig. 10.14)

Voordelen:

- Sterke verbinding, maar iets zwakker dan hoek op hoek.
- Weinig nabewerking: bijslijpen scherpe rand buitenhoek, binnenhoek geen nabewerking.
- Weinig tot geen vervorming.
- Goed verbinden van verschillende diktes.

Nadelen:

- Geen doorlas, dus iets zwakker.

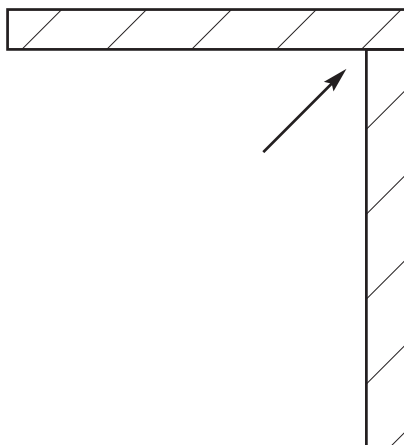


Fig. 10.14

'Onzichtbaar' sluitend hechten (Fig. 10.15)

'Onzichtbaar' sluitend hechten, dat lijkt op het lassen van hoeken met volledige overlap, is geschikt voor producten die gespoten, geslepen of geschuurd moeten worden.

Door twee platen strak tegen elkaar te lassen met kleine hechten aan de binnen- en buitenzijde ontstaat een zeer kleine spleet tussen de plaatdelen. Door de spleet slechts op enkele plaatsen te hechten wordt de nabewerkingstijd gereduceerd en vertoont het product geen vervorming, terwijl de verbinding toch stevig genoeg is. Wanneer het product gespoten wordt, vloeit de sleuf mooi dicht met lak en is er niets meer van de verbinding zichtbaar. Ook bij nabewerken door middel van slijpen en schuren is de naad onzichtbaar weg te werken. Let op: 'onzichtbaar' sluitend hechten kan alleen met TIG-lassen, tot en met plaatdiktes van 2 mm. Let er ook goed op dat de beide plaatdelen perfect op elkaar aansluiten.

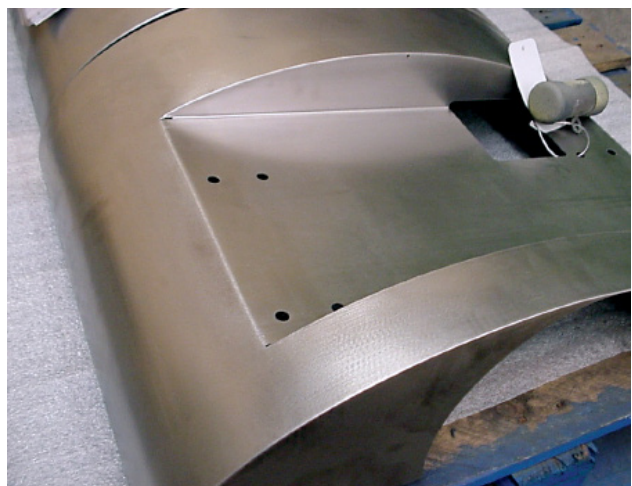


Fig. 10.15

Lassen van vloeistofdichte verbindingen (Fig. 10.16)

Om de waterdichtheid van een gelaste tank te waarborgen wordt vaak een dubbele hoeklas gebruikt. Het laten doorsteken van een plaat maakt het mogelijk twee lassen te leggen. Het uiterlijk van de tank is echter minder mooi.

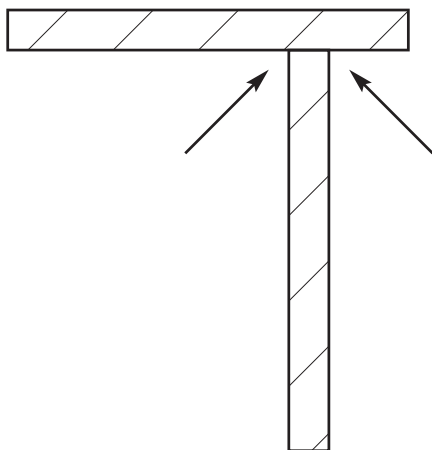


Fig. 10.16

Lassen van verschillende plaatdiktes (Fig. 10.17)

- Kies in het geval van verschillende plaatdiktes de overlap zo dat er een vierkant vlak overblijft om te lassen.
- Als de sterkte van de constructie hierom vraagt, kan er ook aan de binnenkant gelast worden. Let dan wel op voor het kromtrekken van de dunste plaat.

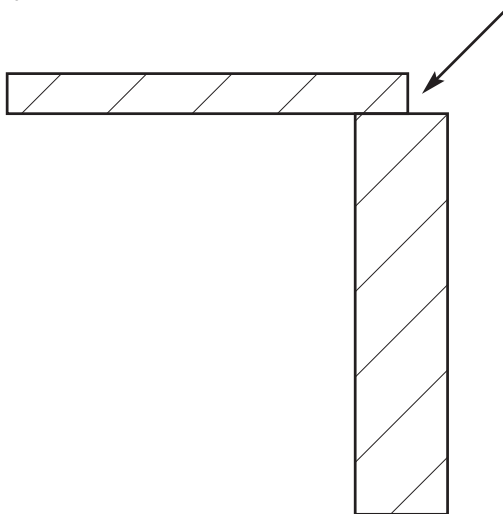


Fig. 10.17

Stompe las (Fig. 10.18)

Voor een gladde hoekafwerking wordt vaak een stompe las gebruikt in plaats van een hoeklas. Het geniet echter de voorkeur de plaat helemaal niet te lassen maar deze uit een deel te zetten. Door het afschuinen van het aantal kanten van de plaat wordt een groter vloeiooppervlak gecreëerd, waarmee een stompe las sterker wordt gemaakt. Dit kan op verschillende manieren.

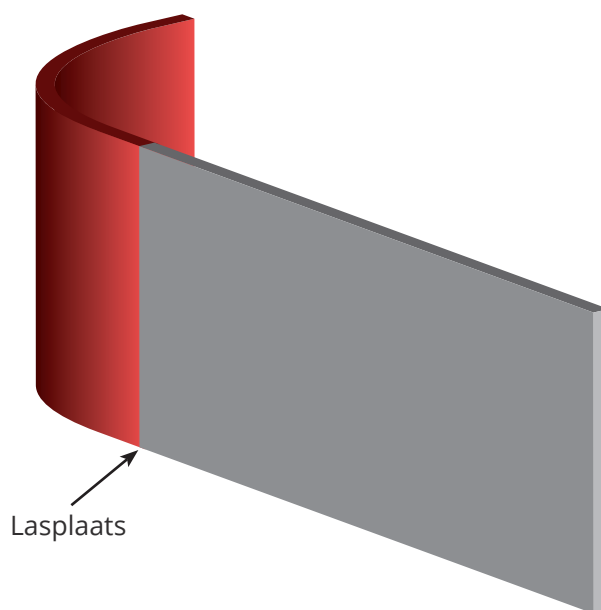


Fig. 10.18

Proplassen (Fig. 10.19)

Het zogenaamde proplassen is ideaal voor het toepassen van overlappen. Door enkele gaten in de bovenste plaat te maken ligt de plaats van lassen vast. Door het lassen van de gaten blijft de bovenplaat vlak. Nabewerking is dus niet nodig. De sterkte van de verbinding hangt af van de vorm en afmeting van de opening.

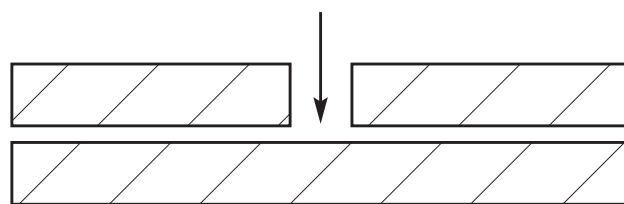


Fig. 10.19

11 verbinden

We onderscheiden drie soorten verbindingen:

1. Niet los te nemen verbindingen (bijvoorbeeld lasverbindingen).
2. Los te nemen verbindingen (boutverbindingen).
3. Beperkt los te nemen verbindingen (bijvoorbeeld blindklinknagels).

Stiftlassen

Stiftlassen is het lassen van een metalen stift (bijvoorbeeld een schroefdraad of cilinder) op een ondergrond. (Fig. 11.1) Eenvoudig, goedkoop en snel.



Fig. 11.1

De inbranddiepte is bij stiftlassen ongeveer 0,3 - 0,5 mm. Daardoor kan er op dunne plaat een mooie verbinding worden gemaakt, zonder dat die zichtbaar is aan de andere kant van de plaat. De maximale plaatdikte voor stiftlassen op staal is 5 mm, voor aluminium geldt 8 mm. Als maximale diameter van de lasstift hanteren wij 8 mm.

Stiftlassen vereist nauwkeurig positioneren, vaak door middel van een malplaat. (Fig. 11.2) Daarom wordt deze techniek veel toegepast bij serieproductie. Een alternatief voor stiftlassen, zeker bij kleinere aantallen, is een tapgat met een draadeind.



Fig. 11.2

Blindklinken

Blindklinken is een prima optie voor constructies die slechts van één zijde bereikbaar zijn. De nagel wordt door het gat gestoken, en door kracht op de trekpen uit te oefenen felst de achterkant van de nagel. Op het moment dat de trekpen afbreekt is de verbinding gerealiseerd. (Fig. 11.3)

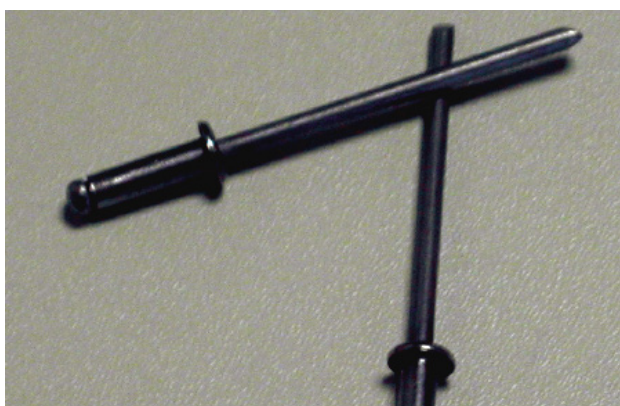


Fig. 11.3

Blindklinken is voor vrijwel alle materialen te gebruiken. Omdat het assortiment aan blindklinknagels bijzonder groot is, is er voor iedere toepassing wel een passende nagel te vinden. (Fig. 11.4)

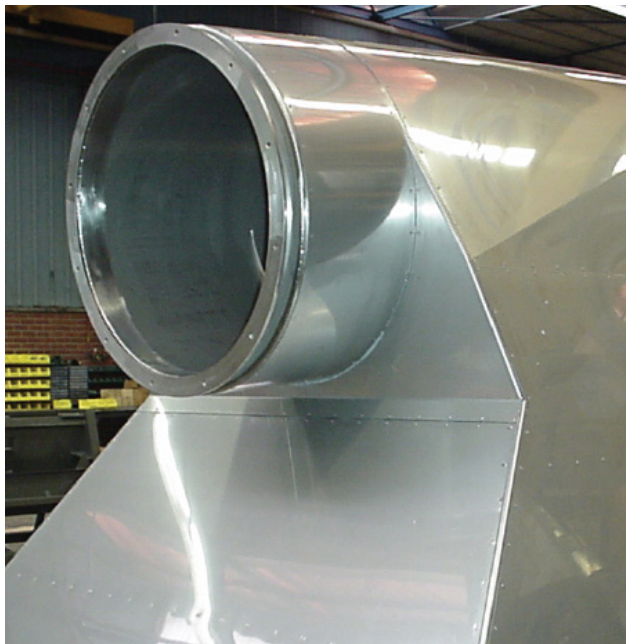


Fig. 11.4



Als gaten al gesneden zijn vóór de montage, dan ontstaat er een mooi strak patroon.

Diameter schacht	S
Boordiameter	9S+0.1

Blindklinkschroefdraad/blindklinkmoer

In plaats van nagels kunnen, volgens hetzelfde principe, ook blindklinkmoeren (Fig. 11.5) voorzien van binnenschroefdraad worden gebruikt. Voor deze verbinding wordt een zeskant gat gelaserd, om meedraaien van de blindklinkmoer in het gat te voorkomen. De afmetingen van het zeskant gat (Fig. 11.6) worden bepaald door de grootst ingeschreven cirkel.



Fig. 11.5

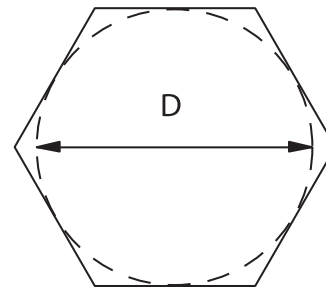


Fig. 11.6

Blindklinkmoer	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12
Diameter	5.5	6.5	7.5	9.5	11.5	13.5	16.5

Felsmoeren

De felsmoer wordt in een gat gestoken en met behulp van eenvoudig gereedschap vastgezet. Door vervolgens een bout in de moer te draaien wordt de verbinding tot stand gebracht. Een nadeel van deze techniek is dat praktisch elke plaatdikte een andere moer vereist.

Lasmoeren

Zoals de naam al zegt wordt de moer hier aan de plaat gelast. (Fig. 11.7 en 11.9) Het nadeel van deze techniek is dat de las de oppervlakte van het te verbinden deel kan aantasten. Voor het positioneren van een normale moer wordt vaak een bout met een verzonken kop gebruikt. Daarmee wordt het draadgat exact boven het gesneden gat gepositioneerd. Bij zogenaamde plaatlasmoeren kunnen hiertoe ook twee kleine gaten naast het te positioneren gat gesneden worden. (Fig. 11.8)

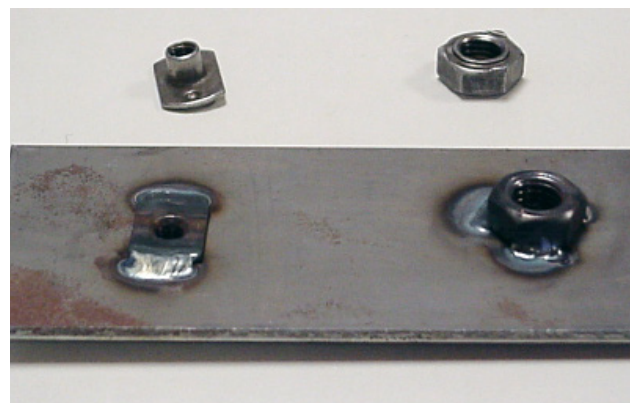


Fig. 11.7

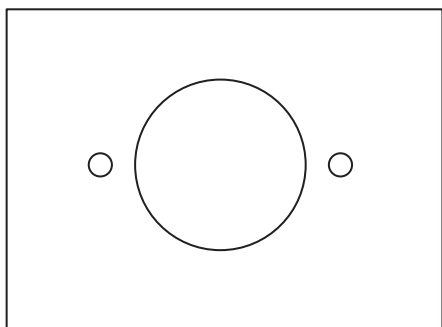


Fig. 11.8



Fig. 11.9



Fig. 11.10

Tot slot zijn er nog lasmoeren met centreerrand.

Plaatmoeren/clips

Plaatmoeren of clips zijn vervaardigd uit plaatmateriaal. Vaak is de moer zo vormgegeven dat die in of op de onderplaat kan worden ingeklemd, zodat montage van één zijde (blind) mogelijk is. Deze verbindingen zijn gemakkelijk los te nemen.

Trekmoer

Dit een normale moer voorzien van een kraag met ribbels. (Fig.11.11) Door de moer aan te draaien trekt men de kraag in het gat en zit de moer bevestigd in de plaat. Bij Kepser wordt de bevestigingsplek van een trekmoer aangegeven met een extra uitsparing in het gat.

Trekmoer	M2	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M3
Boordiameter	4.5	4.5	5.5	6.5	8	10	12.6	14.5	18.5



Fig. 11.11

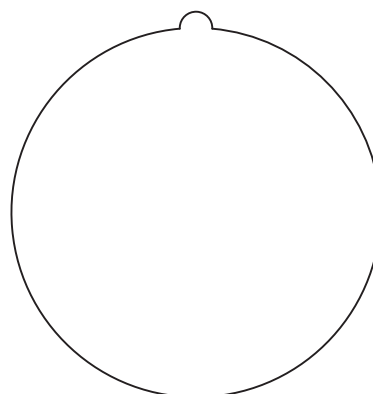


Fig. 11.12

12 conserveren

In dit hoofdstuk worden de meest gebruikte conserveringsmethoden behandeld.

Beitsen/passiveren

Bereikbare ruwheid 0.5 μm .

Beitsen/passiveren is de meest toegepaste behandeling op RVS. Doel van dit proces is het verwijderen van oxiden en vreemde metaaldeeltjes uit de oppervlakte en het creëren van een passieve oppervlaktelaag van een goede kwaliteit. Resultaat van de behandeling is een egaal mat uiterlijk.

Het beitsen en passiveren gebeurt in één bewerking. Eerst wordt het product behandeld met een beitsvloeistof (in een dompelbad of door middel van beitspasta). De beitsvloeistof bevat zowel componenten die de lasverkleuring wegnemen als componenten die de chroomoxidehuid herstellen. Daarna worden de beitsmiddelen weggesproeid.

Nu het metaal ontdaan is van alle verontreinigingen, is het oppervlak zeer reactief. Door het product direct bloot te stellen aan de buitenlucht gaat het materiaal oxideren en vormt zich een passieve oppervlaktelaag, het passiveren, die het RVS weer roestvast maakt. Door mechanische bewerkingen tijdens het productieproces kan het chroom-oxidelaagje namelijk aangetast zijn.

Schuren, borstelen, slijpen en polijsten

Bereikbare ruwheid 0.5-5 μm .

Deze bewerkingen worden, meestal als eindbewerking, uitgevoerd om de oppervlakte-eigenschappen van RVS te verbeteren en het product zo een mooier uiterlijk te geven. In de voedings- en chemische industrie spelen hygiëne-eisen echter ook een rol.

Door voor een andere korrelgrootte, bewerkingsrichting of borsteltype te kiezen, kan het

bewerkingsresultaat worden beïnvloed. Zo bepaalt de korrelgrootte van het gebruikte gereedschap de hoeveelheid materiaal die bij slijpen en schuren wordt weggenomen om beschadigingen weg te werken.



Bedenk dat het gereedschap niet alle plaatsen kan bereiken. In sommige gevallen is het aan te raden deze bewerkingen uit te voeren voor het lassen of assembleren.

Elektrolytisch polijsten

Bereikbare ruwheid 0.2-0.3 μm .

Hierbij wordt een deel van de bovenlaag van het materiaal opgelost, inclusief eventuele verontreiniging. Doordat de pieken in het materiaal sneller oplossen dan de dalen, heeft het proces een egaliserende werking. Krassen verdwijnen en het oppervlak gaat ervan glanzen.

Bij elektrolytisch polijsten van RVS lost het ijzer in het oppervlak sneller op dan het nikkel. Doordat de hoeveelheid nikkel verhoudingsgewijs toeneemt wordt het RVS nog corrosiebestendiger.

Het verschil met mechanisch polijsten is dat het oppervlak veel schoner en minder corrosiegevoelig is. Bij mechanisch polijsten worden slijpsel en verontreiniging namelijk het oppervlak ingewreven. Elektrolytisch gepolijst materiaal heeft bovendien een veel egalere structuur, wat het minder vatbaar maakt voor het nestelen van bacteriën in de poriën.

Thermisch verzinken

(galvaniseren, vuurbadverzinken, volbadverzinken)

Bij thermisch verzinken wordt er een legeringslaag gevormd door de producten onder te dompelen in een vloeibaar zinkbad, bij een temperatuur van 450° C. Op de bovenste laag van het stalen product hecht zich een laag zuiver zink. Deze oppervlaktelaag is slijtvast, langdurig corrosiewerend en goed

bestand tegen stoten en schuren. Bij eventuele beschadiging herstelt het zinkoppervlak zichzelf in zekere mate door de kathodische werking. Kleine onderdelen worden in een trommel in het zinkbad gehangen. Als de trommel uit het zinkbad gehesen is wordt er gecentrifugeerd om overtollig zink af te slingeren.

Voordelen:

- Dikke (50-150 µm) gesloten laag.
- Meestal geen nabehandeling nodig.
- Langdurig corrosiebestendig.
- Goede hechting aan het oppervlak.
- Kathodische bescherming.
- Holle producten worden ook inwendig door een zinklaag bedekt.

Nadelen:

- Kans op vervorming.
- Laagdikte moeilijk instelbaar.
- Nabehandeling schroefdraad.
- Legeringslaag is hard en bros, dus moeilijk na te bewerken.
- Extra gaten voor ontluchting en zinkuitloop.
- Gestolde druppels die na het verzinken handmatig verwijderd moeten worden.
- Kleurverschillen bij verschillende materialen (afhankelijk van het siliciumgehalte).

De corrosiebestendigheid kan nog verbeterd worden door het aanbrengen van een poedercoating op de zinklaag, het zogenaamde duplex-systeem.

Stralen

Bereikbare ruwheid glasporelstralen 1.5-3 µm.

Bereikbare ruwheid keramisch stralen 0.8-2.0 µm.

Het product wordt als het ware gebombardeerd met straalmiddel waardoor het oppervlak gereinigd wordt. Stralen worden ook als afwerkingsbehandeling toegepast. Er zijn tal van straalmiddelen op de markt, variërend van zeer grof tot zeer fijn, rond en

scherpkantig, metallisch en inert. Ook wordt er onderscheid gemaakt tussen een- of meermalig te gebruiken middelen.

Het verschil tussen glasporelstralen en keramisch stralen is het straalmiddel. Bij glasporelstralen versplinteren de glasdeeltjes, wat leidt tot een hogere ruwheid dan keramisch stralen. Om een optimaal resultaat te verkrijgen is het verstandig RVS producten eerst te beitsen, zodat verontreiniging al voor het stralen verwijderd is.

Trommelen

Trommelen is vooral geschikt voor kleinere producten. Tijdens de bewerking worden de kantjes gebroken, waardoor het product een matter uiterlijk krijgt. In de trommel bevinden zich namelijk kleine steentjes of ander materiaal met een bepaalde hardheid.

Het uiteindelijke resultaat van deze afwerkingstechniek is afhankelijk van de grofheid van de stenen.

Elektrolytisch verzinken

Zinklagen worden vooral gebruikt voor de bescherming van staal. De zinklaag is onedeler dan het grondmateriaal en 'offert zich op' bij optredende corrosie. De laagdikte bedraagt 5-40 µm. Naarmate de laag dikker wordt of het chroomaatgehalte toeneemt, verbetert de corrosiebestendigheid. De zinklaag wordt meestal gepassiveerd (gechromateerd of gebichromatiseerd). De passieveerlaag verfraait niet alleen het uiterlijk van de zinklaag, maar biedt ook extra bescherming tegen corrosie.

Een voordeel van deze bewerking is dat er geen vervorming door warmte optreedt.

Poedercoaten

Poedercoaten is het aanbrengen van een kunststof laklaag met verf in poedervorm als uitgangsmateriaal. Het poeder wordt gesmolten door het te verhitten; vanaf 180 graden smelt het

poeder. Op het product vloeit het gesmolten poeder uit tot een gesloten deklaag. Het poedercoaten vervangt steeds vaker het natlakken, omdat hierbij geen gebruik wordt gemaakt van oplosmiddelen.

Poedercoaten is geschikt voor alle hittebestendige materialen. De coating is hard en slijtvast. Poedercoating biedt bescherming tegen corrosie en is bestand tegen weersinvloeden. In gebieden met een agressievere klimaat (bijvoorbeeld zee, industrie of stad) wordt vaak een tweelagensysteem toegepast.



Er zijn verschillende manieren om de poeder aan te brengen:

- Poederspuiten: pneumatisch (op voorverwarmde objecten) of elektrostatisch (waarbij het product het poeder aantrekt).
- Wervelsinteren, waarbij verwarmde onderdelen door een bak met wervelend poeder worden geleid.
- Vlamspuiten, waarbij poeder met een vlam wordt gesmolten en vervolgens wordt opgespoten.

Voordelen:

- Geen dure, ongezonde, brandbare en explosieve oplosmiddelen nodig.
- Minder schadelijk voor het milieu.
- 100% rendement door terugwinning verloren poeder.

- Betere kantendekking.
- Materiaalkosten per m2 vrij laag.

Nadelen:

- Kleurinstelling moeilijk.
- Geen snelle kleurwisseling.
- 'Sinaasappelhuid'.
- Dunne lagen niet mogelijk.
- Reparaties met poeder niet mogelijk.
- Bij oxidehuid aan de snijkanten hecht het poeder slecht.



De keuze voor poedercoaten of natlakken van het product ligt bij de klant. Toch enkele tips:

- Houd er bij de keuze voor natlakken rekening mee dat producten meestal gestraald moeten worden om ze goed te kunnen spuiten.
- Kies voor natlakken als er verschillende lagen op het product moeten worden aangebracht.
- Houd bij natlakken rekening met een lange uithardingstijd.
- Bedenk dat blank materiaal na het ontvetten direct gecoat kan worden als er voor poedercoaten wordt gekozen. Dit bespaart dure en tijdrovende voorbehandelingen.

Nawoord

Het samenstellen van dit handboek heeft jaren geduurd. We hadden er namelijk de kennis voor nodig die we door jarenlange ervaring in de metaalbranche hebben opgedaan.

Insamenspraak met diverse klanten en leveranciers zijn in het verleden mooie technische oplossingen bedacht en uitgewerkt. Veel van deze oplossingen hebben een plek in dit handboek gekregen. Maar het boek is nog niet af. Want in de toekomst zal het zeker nog aangevuld worden met nieuwe ideeën.

“Constructief meedenken” is een handreiking voor zowel de beginnende als ervaren constructeur die zijn product uit plaatwerk wil gaan vervaardigen. Aanvullingen, nieuwe tips en technieken, maar ook vragen – zowel van de beginnende als ervaren constructeur, maar ook van engineers, ontwikkelaars, adviseurs en inkopers van plaatwerk – zijn altijd welkom.

Bij deze willen we onze klanten en leveranciers bedanken voor het meedenken over ontwerpen en het wederzijds verhogen van de kennis over productoplossingen. Mede dankzij de diversiteit van onze klantenkring zijn wij aan de schat van gegevens voor dit handboek gekomen.

Wij hopen dat u veel profijt zult hebben van dit boekwerk en een indruk heeft gekregen van de mogelijkheden van Kepser voor uw bedrijf.

Cuijk, 2 maart 2018

Disclaimer

Hoewel wij dit handboek met de grootst mogelijke zorgvuldigheid hebben samengesteld, en de informatie in dit handboek is ontleend aan bronnen die betrouwbaar mogen worden geacht, kunnen wij niet instaan voor de juistheid en volledigheid van de informatie. Aan de in dit handboek verstrekte informatie kunnen dan ook geen rechten worden ontleend.

Simon Homburgstraat 12
Postbus 70
5430 AB Cuijk
T +31 (0)485 33 60 60
E welkom@kepser.nl
www.kepser.nl

KEPSEER
making metal matter